Lehre

von den

künſtlichen Bauſteinen und Verbindungsſtoffen,

oder

Lehre von getrockneten Lehmſteinen, von der Zubereitung, vom Brennen und von der Anwendung aller Ziegeleierzeugniſſe, vom Brennen des Kalkes und Gipſes, vom Baue der Ziegel=, Kalk= und Gipsöfen, von den Mörteln aller Art, von den Kitten u. ſ. w.,

mit

Rückſicht auf bedeutende Bau= und Kunſtwerke der Alten und Neuern.

(Mit 163 erläuternden Figuren.)

R

Von
Ludwig Friedrich Wolfram,
königlichem Bezirksingenieur, Vorſtande der Bezirks=Bauinſpekzion zu Baireuth.

Stuttgart,
Carl Hoffmann.

Wien,
Carl Gerold'ſche Buchhandlung.

1833.

§. 1.

Bildbarer Thon: Erzeugung, Beimengungen ꝛc.

Einer der in der Erdrinde verbreitetſten, wichtigſten Bauſtoffe iſt:

der bildbare (plaſtiſche) Thon,

Erzeugniß zerſetzter Felsarten; hiernach vielartig; zwiſchen feſt und zerreiblich; von unebenem, feinkörnigem bis feinerdigem Bruche; nur durch Glimmerſchuppen ſchimmernd; mager bis fettig; mitunter ſehr zähe; an feuchter Lippe klebend; von mancherlei Farbe; ſtets unrein.

Der Thonboden (in verhältnißmäßigem Gemenge mit unter und über ihm gelagertem Sande, dem Laubholze ſehr zuträglich) entſtand, nach mechaniſcher oder chemiſcher Zerſetzung mancher Felsarten, als Bodenſatz ſtehender Landſee'n und Sümpfe oder als Niederſchlag aus Landfluten ꝛc. ꝛc. Der reinere, feinere, zähe, fette Thon, aus den zarteſten Theilchen zerſtörter Felsarten, vorzüglich aus aufgelöstem Feldſpate, zerriebenen Glimmertheilchen, findet ſich oft mehre Schuhe mächtig in den untern, kalkfreien Lagen der an- und aufgeſchwemmten Gebirge, deren obere Lagen mager, ſandig, ſchwärzlich ſind.

Die unreinen Thonarten enthalten: überſchüſſige Kieſelerde — Quarzſand, wodurch ihre Zähigkeit und Bildbarkeit vermindert wird — ſie magerer werden; Eiſenoxid (Eiſenokker, beſonders ſandiges Magneteiſen), wodurch ſie gefärbt und ſchmelzbarer werden; Schwefelkies — geſchwefeltes Eiſen, wodurch nach geſchehener Zerſetzung Eiſenoxid zurückbleibt, Riſſe und Berſtungen entſtehen; Alaun, der ſich durch Geſchmack und Ausblühungen verräth; Bitumen — Erdharz, das in hinreichender Beimengung entzündbar wird; kohlenſauern Kalk, der ihre Schmelzbarkeit bedingt und wodurch ſie ſich den Thonmergeln nähern; fettende Magneſia; Pflanzenüberreſte, die nach dem Brennen leere Räume — Poren — erzeugen, wodurch daraus gebrannte Ziegel leichter aber auch waſſerſaugender werden; Grünerde; Rollſtücke und rundliche Maſſen von Kalk-, Feuerſtein, Braun-, Thoneiſenſtein, Serpentin, Speckſtein, Gips, Bernſtein, Schwefel, Granat, Aluminit u. ſ. w., in mehr oder weniger aufgelöstem Zuſtande, gröber oder feiner, mehr oder weniger. Auch von Kohlenſtoff kann der Thon durchdrungen ſein und manchmal findet man darin wenig veränderte Schalen von Landſchnecken, Landthiergebeine ꝛc. Der kalkhaltige Thon verwittert und zerfällt leicht in der Luft in dünne Scheiben.

Uebrigens berufe ich mich, um Wiederholungen zu meiden, auf das in §. 102 der 1. Abtheil. des I. Bds. dieſes Werkes, der Lehre von den natürlichen Bauſteinen, Geſagte.

§. 2.

Chemiſche Verhältniſſe des Thones.

Weſentlicher Beſtandtheil des Thones iſt Thonerde, in Verbindung mit Kieſelerde. Er iſt alſo kieſelſaure Thonerde, in verſchiedenen Sättigungsgraden — in neutraler Verbindung bei allen feuerfeſten (Thon-)

Arten. Von der Thonerde handelt §. 14 und von der Kieſelerde §. 15 der (ebenerwähnten) 1. Abtheil. des I. Bds. d. Werkes. Es bildet aber die Thonerde mit Waſſer den knet- und bildbaren Taig, der immer mehr eintrocknend, mit Beibehaltung ſeiner Form, in einen immer kleinern Raum zuſammenſchwindet, durch Glühen ungemein hart, bis durchſcheinend und mit dem Feuerſtahle funkend wird, dann $0,_{15}$ Waſſer aus dem Luftkreiſe anzieht und deßhalb ſtark am feuchten Munde: an feuchten Lippen, feuchter Zunge ꝛc. hängt. Nur in ſtärkſter Hitze kann aus der gebrannten Thonerde die Feuchtigkeit ganz verflüchtigt werden und ihr Eigengewicht von 2,000 ſteigt durch das Brennen bis 4,150. Unreine, okkerhaltende Thonarten geben, angehaucht, einen eigenen Geruch (den Thongeruch) von ſich. Gebrannter Thon iſt nicht mehr mit Waſſer mengbar, alſo nicht mehr knetbar.

Die Thonerde bildet in der Natur zwei verſchiedene Hidrate. Friſch gefälltes Thonerdehidrat, mit 34,31 % Waſſer, löst ſich in den ſchwächſten Säuren, ſelbſt in kohlenſauerm Waſſer, auf, aber getrocknet ſchwieriger, gelind geglüht nur ſchwer, gebrannt gar nicht, oder nur ſehr gering in den ſtärkſten Säuren. Dieſe Eigenſchaften ſind es, die den Thon für ſo vielerlei künſtlich geformte Gegenſtände höchſt brauchbar, alſo wichtig, machen.

§. 3.

Thonſorten: Lehm, Letten, Mergel, Ziegel-, Töpferthon, Kaolin, Pfeifenthon.

In unterſcheidender Beziehung auf verſchiedene Anwendbarkeit des plaſtiſchen Thones — Argile plastique, figuline — Plastic Clay — wollen wir folgende in einander laufende Sorten unterſcheiden:

1) Letten — Tegel, zwar Kalk, Eiſenoxid ꝛc. ꝛc. enthaltend, aber frei von Steinchen, grobem Sande ꝛc. Er iſt fett — lang, geil — im Gegenſatze von magerm — kurzem Lehme. Die Fettigkeit hängt davon ab, daß nicht Kieſel überſchüſſig wird; aber reine Thonerde, ſehr kurz im Hidratezuſtand, iſt nicht mehr bildbar.

Zu fette Thonſorten ſind deßhalb zu Formwaare nicht gut zu verarbeiten, weil ſie beim Trocknen zu ſtark reißen und ſich verziehen *). Man entfettet ſie deßhalb hierzu durch möglichſt gleichförmige Beimengung von feinem Sande oder gepulverten Kieſelfoſſilien. Dadurch mindert man die Waſſerſaugung, wodurch die Trocknung gleichförmiger erfolgt. Das Verziehen der Form beim Schwinden während der Eintrocknung hat aber ſeinen Grund in der Ungleichförmigkeit des Trocknens. Dieſe Ungleichförmigkeit wächst mit der eingeſogenen Waſſermenge, mit der Schnelligkeit der Austrocknung, mit der Ungleichförmigkeit der austrocknenden Einwirkung oder der verſchiedenen Dicke der Formwaare. Auch ſtark mit andern Erden gemengte Thonarten ſchwinden und berſten oft beim Eintrocknen, nicht ſelten regelmäßig, wie: Thonmergel. Aber nicht allein während des Eintrocknens ſchwinden alle Thonarten, ſondern auch noch während des Brennens. Ein Zuſatz von ſcharf gebranntem, gepulvertem Thone regelt das Schwinden und macht die Waare feſter, dauerhafter, beſtändiger gegen Wärmegradwechſel.

Obgleich der Letten das Waſſer ſtark anzieht, ſo hält er daſſelbe doch feſt und läßt es nicht ſo leicht durch als magerer, unreiner Lehm. Er dient daher vorzugsweiſe überall, wo zudringendes Waſſer abgehalten werden und wo Feuchtigkeit-Wechſel gemindert werden ſoll.

2) Lehm, Leimen (gemeiner Thon), — Terre franche, limoneuse — Loam — mit Steinchen, Kies, Sand, Eiſenokker und andern, gröbern Verunreinigungen, mit Mergelknollen, Baumüberreſten, oft mit kohlenſauerm Kalke ꝛc. gemengt, von gelblichbrauner, ſchmutzigrother Farbe, ſehr weich, zerreiblich, im Bruche uneben, erdig, ohne Glanz, waſſerſaugend, im Waſſer breiig zerfallend, im Feuer erhärtend. Näher bezeichnet iſt: ſandiger, thoniger, Ziegel-, Kleb-Lehm ꝛc.

3) Mergel — Marne — Marle, ein Gemenge von Thon und kohlenſauerm Kalke. Im Kalkmergel ſchlägt Kalkerde, im Thonmergel — Marne argileuse, Argile marne, marle — Thonerde vor; beide oft mit Kieſel, (Sand), bisweilen mit Einſchlüſſen von Gips-, Kalkſpat, Glimmer, Chlorit, Bleiglanz, Eiſenkies, Schwefel, ſchwefelſaurer Stronzian, Strahlbarit, Quarz ꝛc., übergehend in dichten Kalkſtein, Kreide, Thon, Sandſtein ꝛc.; in gelblichgraue Erde ver-

*) Das Schwinden beträgt bei ſehr fettem Thone etwa 1/3, bei magerm 1/4 vom Inhalte nach dem Brennen deſſelben.

witternd (durch Bleichen, Springen, Blättern, Schiefern), aus Kalkmergel für Buchen, Gerſte; aus Thonmergel für Eichen, Waizen; aus beiden für Klee gedeihlich.

Der Mergel: weich, zerreiblich bis feſt, iſt vielfach gefärbt, fleckig, im Bruche uneben, mit Neigung zum Splitt'rigen, im Großen flachmuſchelig bis zum Erdigen, ſeltner blätterig, mit Anlage zum Dick- und Gerade-ſchief'rigen.

Durch ziemlichen Gehalt an Kalk oder Kieſel allein wird die im Ofenfeuer unſchmelzbare Thonerde noch nicht ſchmelzbar, aber durch beide zugleich; deſto mehr, je näher man dem Verhältniſſe: 1 Theil Thonerde, 1 Thl. Kalk, 3 Thl. Sand, kommt. 5 Theile Sand machen das Gemenge ſchon unſchmelzend.

Im Thonmergel nimmt der Thongehalt oft ſo zu, daß er zum brauchbaren Ziegelthone (Ziegelgute) wird. Je mehr aber der Kalkgehalt mit Kieſel beträgt, und Annäherung zum genannten Mengverhältniſſe entſteht, deſto leichter ſchmelzen daraus gebrannte Ziegel zu einer ſchwärzlichgrünlichblaulichen Schlacke, zuerſt auf ihrer Oberfläche. Eingemengte Kalkklümpchen löſchen ſich nach dem Brennen durch Anziehung der Näſſe, dehnen ſich und zerſprengen den Stein. Zu Ziegeln an feuchten Orten und Dachziegeln iſt daher der Thonmergel nicht ſehr brauchbar, denn ſie werden löcherig oder berſten oder blättern, doch deſto weniger, je feiner und gleichmäßiger und in je geringerer Menge der kohlenſaure Kalk darin vertheilt iſt. Nur durch Verglaſung werden dieſe höchſt dauerhaft. Allein ſie reißen dadurch leicht auf und verlieren die Bindkraft mit Mörtel. In jedem Falle richtet ſich der beſte Hitzgrad beim Brennen nach dem Mengverhältniſſe im Thonmergel, wozu Proben und Erfahrung erfordert werden.

Eiſenoxid in kleinſter Beimiſchung färbt den Thon in mäßiger Hitze noch nicht roth, aber in Porzellanfeuer. Mehr Eiſen färbt den Thon blaugrau, grün, nach dem Brennen gelb, roth und macht ihn mit Kalkgehalt (als Mergel) ſchmelzbar. Thonwaare daraus iſt daher nur mäßig zu brennen; ſie wird porös, doch Wärmegradwechſel ziemlich vertragend.

4) Ziegelthon, in den Lehm, Letten, Thonmergel übergehend. In der Regel findet man ihn in Ebenen, unter der Dammerde, unter (oft wechſelnd) den Sandlagern. Durch Verwitterung des Feldſpats und Glimmers der Granite, Sienite, Gneiſe, Glimmerſchiefer, des Thonporphirs, Baſalts, der Wacke ꝛc. entſtanden, lagert er ſich über die Gebirgsabhänge herab, längs der Flußufer bis in die tiefern, ebenen Landſtrecken. Die obern Schichten ſind meiſt unreiner, da die feinern Theile mit den Taggewäſſern von oben durch Seihung immer tiefer eindringen, je feiner ſie ſind. Guter Ziegelthon ſoll, angefeuchtet, kleben und dem Handdrucke ohne Reißen nachgeben, ſich ballen und ſchwer aus der Hand gehen.

Von der größern oder geringern Schmelzbarkeit nach Verhältniß der Mengung von Thon, Kalk und Kieſel, auch Eiſenoxid, hängt der Brenngrad im Ziegelofen ab und die Ziegelbrauchbarkeit. Unſchmelzbarer Thon liefert Ziegel zu Herden, Feuerungen, Kaminen ꝛc., dann härter brennbarer zu Sockeln und an feuchte Stellen, wo geſchmolzene Steine ebenfalls Dauer erlangen können, wenn ſie aus anderer Rückſicht (auf Bindung mit Kalk ꝛc.) anwendbar ſind. Dachziegeln erfordern beſſern Thon als Backſteine (Mauerziegel). Viele Thonſorten können durch Zuſatz von Sand, oder fettern Thon, durch Auswittern (Mauken), Reinigen und Umarbeitung ꝛc. verbeſſert werden.

5) Töpferthon — Terre à potier, figuline — Potter's Clay, gewöhnlich in der Nähe der Granit- und Porphirgebirge, ſeltner in weiten Ebenen, wo er gewöhnlich in Ziegelthon übergeht, in der Regel unter der Dammerde, in den obern aufgeſchichteten Lagen unreiner, in immer tiefern, durch Hinabſeihung immer reiner, dann Schluf genannt, ziemlich oder ganz frei von Eiſen, bisweilen jedoch im gebrannten Zuſtande noch röthlich oder gelb. Er hat manchmal einen Gehalt an kohlenſauerm Kalk und iſt weniger derb, mehr zerreiblich, im Waſſer leichter zergehend als die feuerfeſten Thonarten: Porzellan und Pfeifenthon.

Kaolin, Porzellanerde — Terre à porcelaine — Porcelain earth, China Clay, aus Feldſpatzerſetzung entſtandene, reinſte Thonſorte, erdig zerreiblich, mager, weiß, graulich, röthlich, im Urgebirge auf Lagern, im Granit in einzelnen Theilen. Fundorte: Sedlitz bei Meiſſen, Morl bei Halle, Beiderſee, Strebel am Zobtenberge, Wegſcheit i. Unterdon. Kr., Obernzell u. Diendorf bei Paſſau. Ueber Böhmens Porzellanerde ſ. Jahrbücher d. k. k. pol. Inſt. Band 7. S. 66 ꝛc.

Pfeifenthon — Terre à pipes — Pipe Clay, zu Pfeifen, Steingut (Krügen ꝛc.), Kapſeln ꝛc., (Steingut-, Kapſelthon), ſehr zähe, bildſam, brennt ſich weiß auch roth, ſehr feſt. Fundorte: Wallendar im Koblenzſchen (liefert für Steingutfabriken nach Metlach bei Saarbr., nach Wallerfangen, Frankreich, Niederland), um Köln (köllniſcher Pfeifenthon), dem Lacherſee, Tillendorf (zum Bunzlauer Geſchirr), Salzminde (für die Stein-

gutfabriken in Berlin), Groß-Allmerode (in Heſſen, zu den berühmten Schmelztiegeln), viele Orte in Bajern, Sachſen, Böhmen, Frankreich, England ꝛc. Einen guten Kapſelthon liefert die Erde von Abensberg.

Brongniart: Dictionaire des sciences nat. „Argile" „Poteries" theilt die Thonarten in: feuerfeſte, ſchmelzbare, brauſende (mit kohlenſ. Kalk) und ock'rige. Zu den ſchmelzbaren gehört die Walkerde. Allgemeiner kann man den Letten zum Töpferthon, den Ziegelthon zum Lehm rechnen. Dann kommt es darauf an, ob der Töpferthon und Lehm reiner oder unreiner, fetter oder magerer, mehr oder weniger mergelig ꝛc. ꝛc. ſei. Die Kalkerde (im Mergel, im brauſenden Thone) läßt ſich durch Aufgießen von Säuren (Salpeterſäure ꝛc.) entdecken, wobei Aufbrauſen durch Entweichen der Kohlenſäure ſtattfindet.

§. 4.

Verwendung des Thones zu Lehmwänden.

Wie Eiſen, iſt der durch Umbildung der Urgebilde faſt überall auf der Erdoberfläche gelagerte Thon ein ungemein wichtiger Stoff: für Bau- ſelbſt Kunſtwerke, zu Geſchirren aller Art, für viele chemiſche Gewerbe ꝛc. Nach Verhältniß ſeiner größern oder geringern Reinheit, Fettigkeit oder Magerheit ꝛc. verwendet man ihn, als Taig vorbereitet,

A) ungebrannt:

Zu Lehmmauern (-Wänden) und zwar:

Zu Formwänden, Pisé, zwiſchen Bretterwänden (Formen) geſchlagen, wovon ſchon in der I. Abtheil. (von den natürlichen Bauſteinen) ausführlicher gehandelt wurde, dann:

Zu Klitſchwänden, aus Strohlehm auf Steinſockeln abſatzweiſe aufgeführt — zuſammen geklitſcht, ferner:

Zu Wellerwänden, wobei der Strohlehm in Zöpfe — Kauten — gebracht und kreuzweiſe, abwechſelnd wie Läufer und Binder, nach der Länge und Breite (Dicke) der Mauer über einander gelegt wird. Auch hierbei ſind Steinſockel, ſteinerne oder hölzerne Fenſter- und Thürfaſſungen, maſſive Abkrönungen u. ſ. w. erforderlich wie bei Luftziegelmauerungen. Höchſt beachtenswerth iſt die Anwendung brauchbarer Thonarten:

Zu Mauern aus getrockneten Lehmſteinen.

§. 5.

Verwendung des Thones zu getrockneten Lehmſteinen.

Die getrockneten Lehmſteine (Mauerſteine) werden, wie die gebrannten Mauerziegel (Backſteine), in Formen gebildet — geſtrichen, und zwar blos aus gehörig zubereitetem Thone (Ziegelthone) zu ſogenannten Luftziegeln, oder aus Thon, mit (kurzgebacktem) Stroh, Häckerling (Hechſel), Heu, mit Spreu (Gerſten-, Haberkaff ꝛc.), Ahnen (Acheln, Scheben von Flachs, Hanf), Haaren (von Kälbern, Kühen, Rehen ꝛc.), Sägſpänen u. ſ. w. untermengt, zu ſogen. Lehmpalzen — ägiptiſchen Ziegeln, dann an der Luft getrocknet; oder ſie werden in (größern) Formen geſchlagen oder gepreßt.

Bei den Luftziegeln gilt in Abſicht auf Gewinnung, Eigenſchaft, Bearbeitung des Thones, Streichen und Trocknen, auf Größe und Abmeſſungsverhältniſſe Alles, was hierüber nachher von den gebrannten Ziegelſteinen geſagt werden wird. Als künſtlicherer Zuſatz zu fettem Thone werden von Hrn. Wichmann (i. braunſchweig. Magaz. 1823) empfohlen: Hammerſchlag, Blankſchlacke, Eiſen- (Ort-) Stein, Tuffſtein, zerſtoßen und geſiebt; ſo auch Steinkohlenſchlacke.

§. 6.

Lehmſteinmauern der Babilonier.

Die Anwendung der getrockneten Lehmſteine beurkundet die älteſte wie die neueſte Baugeſchichte. Babilons große, wundervolle Bauwerke beſtanden theils aus gebrannten, theils aber aus ungebrannten Lehmziegeln, theils nur im Kerne aus letztern, bekleidet mit erſtern, in allen Fällen mit Erdpech (Judenpech, Asphalt) vermauert. Claud. Jam. Rich (ſ. Mémoirs on the Ruins of Babilon etc.), Reſident zu Bagdad, fand bei der Stadt Hela, an des Euphrat's Morgenſeite, 48 engl. Meilen von Bagdad, ungeheuer ausgedehnte Trümmer von ge-

brannten und ungebrannten Ziegelſteinen, meiſt verwittert. Die mitternächtliche, große (Mukallibe genannte) Ruine halten de la Valle und Rennel für den Thurm des Belus — Nimrods. Eine engl. Meile mittäglich liegt die Ruine el Kasr — das Schloß. Die 6 engl. Meilen mittagabendlich von Hela auf dem Abendufer des Stromes gelegene Ruine, von den Arabern Birs Nimrod, von den Juden Nebukadnezars Gefängniß genannt, halten Niebuhr und Rich für den berühmten Belusthurm. Rondelet beſchreibt nach Le Goux de la Boulaye eine ſolche für Nimrods Thurm gehaltene Ruine aus Rohziegeln. Dieſe halten 1′ ins Gevierte, 1 Dezimetr. Dicke. Sie ſind mit einer Maſſe aus Erde und Asphalt vermauert, mit 2 Dezimetr. dicken Lagerfugen, ſo, wie es noch zu Bagdad geſchieht, wo man das Bitumen (Erdpech) aus einem nahen See nimmt. Immer nach 7 Ziegelreihen iſt das Mauerwerk dieſer Ruine mit einer Lage zerknickten Rohrs, mit Stroh und Bitumen gemengt, 1 Dezimetr. dick, verbunden. Solche 50 Lagen ſind etwa 1 Metr. von einander entfernt.

§. 7.

Lehmſteinmauerungen im Kerne der Piramiden und ſonſt in Aegypten.

Der Kern — das Innere — vieler Piramiden Aegyptens beſtand und beſteht noch aus ungebrannten Lehmſteinen, außen mit dauerhaften Werkſtücken bekleidet, bisweilen polirt, oft mit Bildwerk bedeckt. Aus ſolchen getrockneten, ägiptiſch genannten, Lehmſteinen mit untermengtem Stroh beſteht noch die Piramide bei Dasjur, in einem Einſchluſſe von ſolchen Ziegeln zu 14½″ lang, 6″ breit, 4″ dick. Hamilton hält dieſe in jeder Seite etwa 350′ lange, nicht unter 200′ hohe Piramide für die des Asichis, die nach Herodot (II. 136) von Trockenziegeln erbaut war. Rondelet ſagt: Etwa 10 Lieues über Gr. Kairo ſtehen die Reſte einer Piramide aus Rohziegeln, die man für die von Herodot dem Asichis zugeſchriebene hält. Dieſer König ſetzte darauf die Inſchrift: „Achte mich nicht weniger im Vergleiche mit Steinpiramiden; ich ſtehe über dieſen ſo erhaben, als Jupiter über den andern Göttern; denn ich bin aus dem Thone des Seegrundes erbaut." Pococke fand 1738 dieſe 150′ engl. hoch, eine Seite des rechteckigen Fußes 157′, die andern 210′ lang. Die Ziegelmaſſe iſt ſchwarzer Thon mit Steinkies, Muſcheln und gehacktem Stroh. Es finden ſich daran 2 Sorten Ziegel: zu 38 Zentimetr. lang, 18 Zentim. breit, 12 Zentim. dick; dann zu 34 Zentim. lang, 16½ Zentim. breit, 10 dick.

Die verflachten Inſeln im See Möris (j. Birket Karun) der Hebtanomis (Mittelägiptens), 7 Regierungen vor Sesortris vom König Möris angelegt, hält man für Ueberreſte der Trockenziegelkerne der beiden alten Piramiden in dieſem See, oben mit 2 Rieſenbildſäulen auf Thronen. Solche Kerne halten die beiden Piramiden am Kanale zwiſchen dem genannten See und dem Nile. Die eine derſelben beim Dorfe El Lahûn, wo der Kanal durch das Gebirge gehauen iſt, hat ſehr gelitten und mißt an jeder Seite ihres Fußes 180′, dann 61′ in der Höhe; aber es zeigt ſich noch auf 20′ Höhe die 240′ in der Seite lange, 30′ dicke Quaderverkleidung. Die andern, beſchädigt, 24,000′ weiter hin gegen das Labirint zu, Grabmal der Mitregenten des Pſammitichus, mißt an jeder Seite 350′, in der Höhe etwa 180′. Noch liegen am Fuße ehemalige Verkleidungsquader, worauf, nach Herodot, große Bildwerke ausgehauen waren.

Hamilton fand die Ueberreſte von Athribis, darin Häuſer von Luftziegeln ziemlich erhalten; zu San — dem alten Tanis — mehre Einſchlüſſe von demſelben Stoffe. Noch ſieht man die Ueberreſte des alten, auf mächtigen Dämmen erbaut geweſenen Heliopolis von Luftziegeln. Siene, j. Assuan, zeigt Schutthaufen von rohen Ziegeln. El Kab — Ilithia — hat im größern Einſchluſſe von Rohziegeln einen kleinern mit einem Tempelruine, wo man Statuen und Sphinxe von ſchwarzem und weißem Marmor findet. Tentiris — Denderah — hat 2 Umfänge von ägiptiſchen Ziegeln, im größern der Venustempel.

Douville (Reiſe nach Kongo) fand im Innern von Afrika die Häuſer der Städte meiſt aus Lehmſteinen, an der Sonne getrocknet.

§. 8.

Lehmſteinbaue der Phönikier, Iſraeliten, Griechen u. a.

Die Phönikier, die ſich durch ihre Schifffahrt und Zedern- und Tannenwälder des Libanons zu vortrefflichen Zimmerleuten bildeten, aber auch mit großen Werkſtücken bauten, dann die Iſraeliten, die früher in Aegipten als Hauptziegelſtreicher bekannt ſind, bauten mehr mit ungebrannten als mit gebrannten Ziegeln und überlieferten uns daher keines ihrer berühmten Denkmale. Mit Recht glaubt wohl Hirt, daß jene von Vitruv er-

wähnte Verordnung zu Utica in Afrika: daß vor einem Alter von 5 Jahren kein getrockneter Lehmſtein verwendet werden durfte, noch von den erſten phönikiſchen Koloniſten herrührte. Wurden die durch Luft abgetrockneten Steine in der Sonne noch gedörrt, ſo mußten ſie ſo immer härter werden.

Plinius nennt die Brüder Euriatus und Hiperbius als Erfinder des Lehmbaues zu Athen. Pausanias erzählt, daß Mantinea Mauern von Luftſteinen hatte und da die Lakedämonier, welche die Stadt belagerten, mit ihren Maſchinen die Mauern nicht zerſtören konnten, ſo leiteten ſie den Fluß Ophis gegen die Wälle, wodurch ſie erweicht wurden und einſtürzten. Aehnlich erzählt der unglaubwürdige Ktesias (bei Diodor II. 3): daß die 100′ hohen, 3 Wagen breiten, auf den ſchmalen Seiten je 90 Stadien, auf den langen je 150 Stadien langen Lehmſteinmauern der alten Stadt Ninus, mit 1,500 Thürmen darauf, zu 200′ hoch, dadurch eingenommen wurden, daß der Euphrat aus ſeinem Bette darauf geleitet wurde. Nach Herodot lag aber dieſe ſpurloſe Stadt einſt am Tigris. Wie die Mauern von Mantinea, waren nach Pausanias von (Lehm-) Ziegeln erbaut: die Stadtmauern von Bion am Strimon, der Tempel bei Panopeum, die Temp. der Ceres zu Stiris und Lepreos, ein kleiner Tempel bei Argos, ein Portikus zu Epidaurus etc. Heute noch findet man ſolche Bauart: die Ringmauern von Chorah in Hindoſtan, $^3/_{10}$ M. im Umfange, mit Lehmhütten angefüllt, beſtehen aus Lehm.

§. 9.

Vitruv's Lehre von den Lehmziegeln.

Vitruv lehrt (II. 3) unter Anderm Folgendes hierüber: Man darf die Ziegel weder von ſandigem, noch kieſigem, noch ſteinigem Lehm ſtreichen; denn ſonſt werden ſie ſchwer und anſchlagender Regen wäſcht ſie aus; auch verbindet ſich ſo magerer Lehm nicht mit dem hineingemengten Stroh. Man ſtreiche ſie im Frühjahre und Herbſte, damit ſie gleichmäßig trocknen; denn während der heißen Sonnenwende bekommen ſie äußerlich eine Kruſte, bleiben aber innen feucht, wodurch ſie aufreißen *). Unter 2 Jahren können ſie nicht austrocknen. Vermauert man ſie, ehe ſie vollkommen trocken ſind, ſo können ſie ſelbſt, während ihre Bekleidung — ihr Abputz — feſt ſtehen bleibt, ſich aber ſetzen, nicht einerlei Höhe mit der Bekleidung behalten und müſſen ſich davon abtrennen; dieſe aber, zu dünn, muß zerſpringen. Auch bekommt die Mauer ſelbſt durch ungleichförmiges Setzen Riſſe. Es gibt 3 Arten der Ziegel. Die erſte, welche die Griechen Lidion nennen, iſt die bei uns übliche, 1½′ lang, 1′ breit. (So ſetzt Rode ſtatt: unum quod graece didoron appellatur, i. e., quo nostri utuntur, longum pede, latum semipede, mit beiden vatikanſchen Handſchriften, die Galiani verglichen hat; denn didoron heißt Zweiquerhand). Der beiden übrigen Arten bedienen ſich die Griechen. Der Ziegel, der 5 Querhände in jeder Richtung — quoquoversus — hielt, hieß Pentadoron, der 4 Querhände maaß, Tetradoron. Von jeden Arten werden auch Halbziegel geſtrichen. In den Mauern legt man dieſe wechſelsweiſe mit den ganzen Ziegeln zum Anfange der Steinreihen. So entſteht ein Fugenverband, wobei immer das Steinmittel auf eine Fuge trifft.

§. 10.

Geſchichte des Lehmbaues bei den Griechen und Römern.

Da Vitruv und die übrigen Schriftſteller die Höhe dieſer Ziegel nicht geradezu beſtimmen, in den Denkmälern keiner dieſer Steine mehr gefunden wird, ſo glaubt man, daß ſie platt waren, wie unſere Backſteine. Die beſchreibenden Worte aber: Ita, quod est quoquoversus quinque palmarum, pentadoron; quod quatuor, tetradoron dicitur etc. beſtimmte Barbaro, Rusconi, dann Rondelet anzunehmen, daß die angegebene Meſſung nach allen Richtungen (quoquoversus) gelte, dieſe Steine alſo Würfel geweſen ſeien. Dieſer Behauptung trete auch ich bei. Vitruv (II. 8) ſagt weiter (nach der Rode'ſchen Ueberſetzung): Deßhalb ſieht man auch in einigen Städten ſowohl öffentliche als Privat-, ja auch königl. Gebäude, welche aus Ziegeln (nehmlich Luft- oder Lehmziegeln) erbaut ſind, z. E. zu Athen die Stadtmauern nach dem Himettus und Pentele zu, auch die Mauern und Zellen des Tempels des Jupiters und Herkules, ungeachtet rings umher im Tempel das Gebälke und die Säu-

*) Indem dieſe innere Feuchtigkeit die äußere Rinde beim Ausdünſten durchbrechen muß, ſagt Sganzin. Allein es iſt die Ungleichförmigkeit des Schwindens, wodurch die Riſſe entſtehen.

len von andern Steinen ſind: in Italien die alte, herrliche Stadtmauer von Aretium (j. Arezzo): zu Tralles den Palaſt der attaliſchen Könige, ſo gegenwärtig allezeit dem zur Wohnung gegeben wird, welcher das Hoheprieſterthum der Stadt verwaltet: zu Lakedämon verſchiedene Wände, aus denen ſogar Gemälde mittels durchbrochener Ziegel herausgehauen, in hölzerne Rahmen gefaßt und nach Rom zur Auszierung des Comitium während der Aedilität Varro's und Murena's, geſchafft worden ſind: zu Sardes den Palaſt des Kröſus, welchen die Sarder abgelebten Bürgern als einen Zufluchtsort zum Genuſſe der Ruhe, unter dem Namen Gerusia, angewieſen haben. Ingleichen hat zu Halikarnaß des Königs Mausolus Palaſt, worin alles mit prokonneſiſchem Marmor ausgeziert iſt, (ſolche Lehm-) Ziegelwände, welche bis auf den heutigen Tag einen Beweis von außerordentlicher Dauer abgeben, indem ihre Bekleidung noch ſo glatt geſchliffen iſt, daß ſie ſpiegelt.

Vor Auguſt wurde in und um Rom allgemein mit Luftziegeln gebaut. Dieſer rühmte ſich, nach Sueton, die aus Lehmſteinen erbaute Stadt aus Marmor zurück zu laſſen. Nach Vitruv verlor ein Gebäude aus weichen Bruchſteinen von ſeinem Bauwerthe jährlich $^1/_{80}$, aber ein Gebäude von Lehmſteinen *) behielt immer ſeinen Bauwerth, wenn nur die Wände lothrecht waren. Auch die Griechen zogen, nach Plinius, die Ziegelmauern den Bruchſteinmauern vor.

§. 11.

Heutiger Lehmbau im Morgenlande.

Dieſe geſchichtlichen Thatſachen genügen zur Empfehlung des Rohziegelbaues. Es darf aber nicht verkannt werden, daß die Dauer dieſer Steine unter warmem, trockenem Himmel weit größer ſein mußte, als in mitternächtlichen, feuchten Nebelländern, oder daß man hier mit weit mehr Kunſt und vorſichtiger Beſchränkung damit verfahren müſſe. Daher baut man auch heute damit häufiger in den Morgenländern — in Perſien, wo dazu der Thon von ſchützendem, erhärtendem Erdharze durchdrungen iſt, in Afrika, Indien ꝛc. ꝛc. Das heutige Damaskus iſt, nach Maundroil, ganz von Lehmſteinen erbaut. Tavernier (Voyage en Turq., Perse et aux Indes) erzählt: er habe in Perſien Ueberbleibſel von den älteſten Gebäuden aus getrockneten Lehmſteinen geſehen und noch jetzt baueten und wölbten die Perſer ihre Häuſer davon. Chardin beſchreibt den Hausbau zu Ispahan und in andern Gegenden Perſiens und der Levante, und bemerkt, daß man nicht aus Mangel anderer Bauſteine mit Lehmſteinen baue, ſondern weil man jene für warme Länder, wo man eingeſchoſſig baue, ungeeigneter finde. Bei zweigeſchoſſigen Gebäuden ſei das untere Geſchoß nur ſehr wenig über der Erde erhoben. Der Ziegelſtreicher tauche die Hände in Waſſer, worein Stroh feiner geſchnitten worden ſei, als das dem Thon untermengte. Auch unter den Abputzthon werde Stroh gemengt.

§. 12.

Berliner Verordnung über Luftziegelbau.

Accum theilt uns folgende polizeiliche Verordnung in Berlin mit:

1) „Daß Luftſteine nur angewendet werden ſollen: zu den innern Scheidewänden und Brandmauern der Gebäude von einer Etage“ (Alſo von zwei Stockwerken? Wenn man doch in Teutſchland endlich teutſch ſprechen lernte!).

2) „Daß die innern Wände in Gebäuden von Holz durch alle Etagen und im Dache mit guten Luftſteinen in den Fächern ausgemauert werden können.“

3) „Wird nur nachgegeben, die Schornſteine in Häuſern von einer Etage von Luftſteinen aufzuführen, die Schornſteine dürfen jedoch nicht geſchleift ſein; ſie müſſen auch über dem Dache einen Aufſatz von gebrannten Steinen erhalten und gut getrocknet ſein u. ſ. w.“

---

*) Wenn man nemlich, wie gewöhnlich, unter „later“ einen getrockneten Lehmſtein verſteht. Ich möchte aber Rondelet beiſtimmen, der glaubt, Vitruv meine hier Mauern von gebrannten Ziegeln; er bezeichne mit later mehr die Form als den Stoff der Steine und unterſcheide den rohen oder gebrannten Stoff durch den Beiſatz: crudus und coctus, ſo, wie die Griechen durch omos und opteos.

§. 13.

Allgemeine Regeln über Rohziegelbau im teutſchen Lande.

Wenn ſachgemäß verfahren wird, ſo iſt unſtreitig eine ausgebreitetere Anwendung möglich, als obige Verordnung zulaſſen will. Wo aber dieſe Bauart noch unerfahrenen Maurern überlaſſen wird, da werden Fehler ſie bald in Verruf bringen. So wollte man ihr einſt im Untermainkreiſe in Bajern Eingang verſchaffen. Ich ſah damals (im Bade Brückenau) geſchleifte Schlöthe von zu wenig getrockneten Steinen aufgeführt, aus deren kaum ſichtbaren Ritzen Rauchwolken hervorqualmten; ein anderer (Schloth) erhielt keinen Steingrund und litt im Fuße; einige Fachwerksgebäude (bei Aſchaffenburg) wurden ohne alle Sachkenntniß mit nicht hinlänglich trocknen Steinen ſogar in Kalkſpeiſe ausgeſetzt. Die Fachmauerung ſchwand zuſammen, war ohne Zuſammenhang und die Regennäſſe ſchlug durch. Nachher mußte man zu Backſteinen ſeine Zuflucht nehmen und die Rohſteinmauerung wurde ganz verpönt. Wenn aber Vitruv unter Italiens Himmel, eben ſo Plinius, Palladius ꝛc. zum Austrocknen 2 Jahre, die Afrikaner ſogar 5 Jahre für nöthig erachteten, ſo können Rohſteine, in Teutſchlands Luft 14 Tage getrocknet, freilich dem Zwecke nicht entſprechen. Wir ſind zu folgenden Regeln und Beſchränkungen unerläſſig verbunden:

1) Im Baugrunde, wo wechſelnder Grad der Feuchtigkeit, Froſt oder gar Waſſerſtand zerſtörend auf den getrockneten Thon wirken, wo er bald erweichend aufquellen, bald wieder (austrocknend) zuſammenſchrumpfen würde, da können dieſe Steine nicht gebraucht werden. Nur in beſtändig trocknem Grunde, etwa bei innern Scheidungen, können ſie mit Ueberlegung Anwendung finden.

2) Dieſes gilt vom Sockel, ſo hoch darin die Bodenfeuchtigkeit ſich erhebt, die Dachtraufe heraus ſchlägt oder Feuchtigkeit von den Fußböden des Erdgeſchoßes hinabſinken kann.

3) Eben ſo gilt das bei allen folgenden Fußböden, beſonders von der Mauerkrone bei der Dachtraufe.

4) Vierungsmauern aus Luftziegeln müſſen gegen die Einwirkungen der Witterung vollkommen geſchützt werden: durch hinreichenden Dachvorſprung, der nicht überall ſtatt finden kann, durch guten, haltbaren Abputz, der nur ſchwierig und auf koſtbare Art herzuſtellen iſt, durch Verkleidungen — Verblendungen mit gebrannten Ziegeln ꝛc., wobei aber die Verſchiedenheit des Setzens bei Ziegelmauer mit Kalkſpeiſe und Rohſteinmauer mit Lehmſpeiſe gehörig ausgeglichen werden muß u. ſ. w.

Im Allgemeinen wird immer dieſe Bauart dem Bau mit guten, gebrannten Ziegeln nachſtehen; ſie wird dieſe aber in manchen Fällen, beſonders in manchen trocknen Stellen eines Gebäudes, wohlfeil erſetzen. Man baue dabei nur auch zu rechter, trockner Jahreszeit, bringe Alles bei Zeiten unter Dach, näſſe die Mauerſteine nicht an, wähle zur Speiſe einen Thon — Lehm —, der weder zu mager noch zu ſchlüpfrig iſt, der ſich dem Steinthone durch gleiche Natur möglichſt bindend aneignet. In der Folge wird dieſer Gegenſtand gründlicher behandelt werden. Hier bemerke ich nur noch, daß die Lehmpatzen größer gemacht werden, da die Einmengungen das Aufreißen beim Schwinden mindern. Dieſe können aber auch waſſerſaugend wirken und unter manchen Verhältniſſen den Luftziegeln nachſtehen.

§. 14.

Geſtampfte Erdquadern.

Feſter werden die Lehmſteine durch Stampfen und Preſſen, dann gewöhnlich leicht größer — zu Erdquadern — geformt.

Geſtampfte Erdwerkſtücke. Zum Stampfen und Preſſen dient Erde wie die zum Formbau. Reiner Thon trocknet ſchwer und reißt auf; dabei werden die Stampflagen blätterig und ſie trennen ſich. Zumiſchung von Sand und Kies iſt umſtändlich. Beim Graben der Erde werden die Klöſe mit dem Spaten zertheilt, die großen Steine, Holz, Wurzeln ꝛc. herausgenommen. Jeden Morgen wird vor Anfang der Stampfarbeit nur ſo viel ausgegraben, als den Tag über verbraucht werden ſoll, da die Erde mit natürlicher Feuchtigkeit am beſten bindet. Iſt aber dieſelbe in ihrem Lager zu feucht, ſo muß man ſie auswerfen und bis zum erforderlichen Grade der Feuchtigkeit kommen laſſen. Iſt ſie dagegen zu trocken, ſo muß man ſie annäſſen, aber nicht ſogleich verarbeiten, bis alle Theile die gehörige Feuchtigkeit gleichmäßig angezogen haben. Zu trockne Erde bleibt bröcklich; zu feuchte weicht dem Stoffe zur Seite aus. Sie ſoll ſich in der Hand ohne Spur von Näſſe zuſammen ballen laſſen. Vor der Verarbeitung kann man die Erde unter Dach bringen. Am beſten iſt es, ſie gleich an der

Grube zu Steinen zu ſtampfen (oder preſſen). Beim Stampfen verliert ſie durch Austreibung der Luft und Feuchtigkeit etwa $^1/_8$ ihres Gewichtes.

Die Stampfform beſteht (nach Fig. 1 im Grundriſſe, dann 2 und 3) aus 2 Wangenſtücken a, a am Ende mit Eiſenringen belegt, durch 3 Riegel b, b, b (mit Keillöchern c, c) und 2 Mittelriegel e, e (ohne Keile) verbunden, aus Eichenholz, mit 4 Fächern zu 14″ lang, 7″ breit, 7″ tief bis auf die 4″ dicke Unterlagbohle d, d. Die Kanten werden mit Eiſenblech beſchlagen, für Lehrlinge, die oft die Formriegel treffen, beſſer mit $^1/_4$″ ſtarken Eiſenſchienen. Die Form ruht auf der Bohle d ſtumpf ohne Verbindung, außer 4 Anketteln; die Grundbohle auf feſtem, geebnetem Boden. Fig. 2 ſtellt eines der Wangenſtücke von innen dar. Man ſieht, daß die Riegel b und e, durch beide Wangenſtücke gelocht, auch mit vollem Holze darin verſetzt ſind, wodurch, nach Anziehung der Keile, das Ganze feſt verbunden wird.

Den Stampfer von Eichenholz, mit Beſchlag von $^1/_8$″ dickem Eiſen, ſtellt Fig. 4 und 5 dar. Seine Breite ab iſt geringer als die der Form. Im Großen könnte man, wie bei Pochwerken, ihn an eine Feder hängen, die Form aber in einem Geleiſe hin und her ſchieben. Dieſe Einrichtung könnte man auch dem Stampfer geben. v. Hezel (Kurze Beſchreibung der 4. und beſten Hezel'ſchen Stampfmaſchine ꝛc., Dorp. 1806) macht eine Maſchine bekannt, womit durch 21 — 24 Stöße 20 und mehre Erdquadern fertig werden. Beim Stampfen wird in jedes Fach eine Schaufel voll Erde geworfen, mit dem Stiele des Stampfers in den untern Ecken der Form feſt angeſtampft, hierauf wieder eine Lage friſche Erde 3 Finger hoch und feſt eingeſtampft, indem man die Spitze des Stampfers abwechſelnd nach der Länge und Breite führt. So wird eine Lage um die andere 1 $^1/_2$″ dick aufgeſtampft. Nach Vollendung werden die Keile gelöst, die Wangen abgenommen und die herausgenommenen Steine an einem luftigen, bedeckten Orte mit einigen Zwiſchenräumen aufgeſtapelt. Die Austrocknung erfolgt ſehr bald. Sollen die Erdquadern zugleich mit gebrannten Steinen aufgeführt — durch dieſe verblendet — werden, ſo kann, daß Verband gewonnen werde, nach Fig. 6 ihre Dicke ab 2 bis 3 Backſteindicken cd betragen, mit ihren Steinfugen dazwiſchen.

§. 15.

Gepreßte Erdquader.

Durch Stampfen ſind Erdquader nicht in ganzer Genauigkeit zu erhalten. Daher verſuchte der Bergrath Senff die Verbeſſerung dieſer Steine durch Preſſen. Er fand es ſehr nachtheilig, daß beim Stampfen nur einzelne Lagen von 2 — 2 $^1/_2$″ dick auf einander gebracht werden, die unter ſich nicht die gehörige Verbindung haben, deßhalb nur auf die Lagerſeite verſetzt werden können. Er ließ Schraubenpreſſen, Fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12, bauen, die 10″ loſe aufgeſchüttete Erde auf einen Körper von 5″ Dicke zuſammenpreſſen und zu einem feſten, keine Ablöſung zulaſſenden Stein zuſammenbringen. Die Steine werden dadurch wohlfeiler, übrigens ſo ſchön, feſt und glatt, daß die geſtampften nicht damit zu vergleichen waren. Man kann ſo auch geſchmiegte Steine, Geſimsſtücke ꝛc. preſſen. Die Form, Fig. 11 und 12, war im Lichten 20″ lang, 10″ breit, 11″ tief, eingeſchloſſen des auf dem Boden liegenden Brettſtücks. Nach dem Preſſen war der Stein noch 5″ dick, wog nach völliger Austrocknung 30 Pf. und koſtete 4 Pfennige.

Zu feuchte Erde klebt bei Preßmaſchinen an die Seitenwände der Formen. Dagegen fand man am beſten, dieſe Wände mit Juchtenleder zu überziehen oder mit dünnen Bleiplatten zu füttern, auch die Formen aus Eiſen zu gießen und innen zu glätten. Auf den Boden der Form, welche, nachdem der Quader ausgehoben iſt, allemal reinlich ausgeputzt wird, wird ein Brettſtück, genau nach der Form geſchnitten, eingelegt, mit trocknem, klarem Sande beſtreut und dann erſt die Form mit lockerer Erde (hier 10″ hoch) gefüllt. Die Erde muß möglichſt klar, von feſten Klumpen gereinigt, gleichmäßig ſo geſtreut werden, daß durch das Preſſen durchaus gleichmäßige Dichtheit, alſo Feſtigkeit, erlangt wird. Der gepreßte Quader wird auf dem auf dem Boden der Form eingelegten Brette vorgerückt und weggetragen. Er bleibt ſo 24 Stunden auf der breiten Seite liegen, wird dann auf die ſchmale umgekippt und näher gerückt, doch beſonders in den erſten Tagen nicht dem Sonnenſcheine oder ſehr bewegter Luft ausgeſetzt.

Fig. 8 iſt die Seitenanſicht der Preſſe. Beim Gebrauche wird ſie in die Erde eingegraben bis ab. Fig. 9 iſt die andere Anſicht derſelben. k iſt die Mutter, l die Spindel, die beim Niederdrücken auf den aus der Form dhc hervorgehenden Klotz — das Deckſtück — i wirkt. Fig. 11 und 12 ſtellen die Form, und Fig. 10 dieſes Deckſtück beſonders dar. Fig. 7 iſt der Grundriß der Preſſe in der Höhe von xx der Fig. 9. Die lange

Seite der Form ef liegt an einem Futterholze m; auf der andern langen Seite cd wird die Form durch 2 Keile no zuſammengezogen, dann gefüllt. Wenn die Erde bis zur Hälfte ihres vorigen Raumes zuſammengebracht worden iſt, wird die Schraubenſpindel zurück gedreht, die Keile no werden los gemacht, nach Abrückung der Seite der Form ef die dadurch losgewordenen Giebelſtücke g und h weggenommen und der fertige Quader wird auf dem eingelegten Bodenbrettchen hervorgezogen und weggetragen. Damit dieſe Geſchäfte mit Bequemlichkeit betrieben werden, iſt vor der Preſſe knietief eine Grube pqrs mit Stufen tuv angelegt. Fig. 10 iſt das ausgehobene Deckſtück der Form, an welchem zwei Ringe ww zum Anfaſſen ſind. y iſt eine Vertiefung in ihrem Kerne, in welche die Spindel l lothrecht trifft. Fig. 12 zeigt die Form aus einander genommen; Fig. 11 in vollſtändigem Zuſtande.

Die größte Feſtigkeit erhalten die Mauern aus ſolchen Erdquadern, wenn dieſe, faſt ganz ohne Lehmſchlag — Speisband — dazwiſchen, mit möglichſt dünnen Fugen verlegt werden, wenn die ſich berührenden Flächen nur mit einem dünn gemachten Spreulehm mittelſt eines ſtumpfen Mauerpinſels abgefilzt und dann behende an einander geſchoben werden. Man kann die gepreßten Quadern leicht nach Winkeln — Schmiege — beſonders zurichten und ſich der hidrauliſchen Preſſe anſtatt der Schraubenpreſſe bedienen, wodurch die Feſtigkeit durch noch größere Dichtheit zunehmen wird.

§. 16.

Thon als Mauerſpeiſe und Tünche.

Der zubereitete Thon dient ferner:

als Mauerſpeiſe

bei Grundmauern im trocknen Innern der Gebäude, überhaupt in trocknen Gründen, wo er nicht zerweichen kann und als bloße Ausfüllung der Grundmauerſteinfugen genügt, indem er zwar mit den Mauerſteinen nicht chemiſch bindet, aber jedem Punkte der obern Steine ein Lagerbett bildet, ſo beſonders beim Vermauern der Lehmmauerſteine, mit denen Kalkſpeiſe noch weniger bindet, aller Feuermauern: Herde, Keſſelmauerungen, Ofenlöcher, Rauchfänge, Darr-, Back-, Brat-, Röſtöfen ꝛc., der innern Auskleidungen der Ziegel-, Kalk-, Hoböfen, überhaupt da, wo Kalkſpeiſe vom Feuer mürbe gebrannt werden würde. Die getrockneten Lehmſteine werden, ohne Annäſſung, nur in die feuchte Lehmſpeiſe eingedrückt. Eben ſo gebraucht man den zubereiteten Thon:

als Tünche

zum Abputze der Lehmmauern aller Art, worauf Kalkabputz nicht haftet. Der Lehmabputz klebt auf Lehmſteinen und Lehmwänden und wird damit mechaniſch noch zuſammenhaltender durch Einwerfen in die außen offen gehaltenen Luftmauerſteinfugen oder in Löcher, die man in noch weichen Lehmwandflächen etwa mit abgeſtumpften Beſen geſtoßen hat, überhaupt auf und in allen Rauhheiten und Unebenheiten der Mauerflächen, ſie ſeien natürlich oder erſt künſtlich, z. E. durch eingedrückte Steinſtückchen, Holznägel u. ſ. w. hervorgebracht. Im II. Theil 2. Aufl. meines Handbuches für Baumeiſter habe ich alle bis dahin in Vorſchlag und Ausübung gebrachte Verfahrungsarten beim Lehmabputze zuſammengeſtellt.

Solche Lehmüberzüge werden durch Durchknetung der Lehmtünche mit harzigen, öligen, fetten, zubringendes Waſſer abhaltenden Stoffen, oder auch wohl zum Theil ſchon durch Ueberſtreichen damit, dauerhafter. Dahin gehören: Holz-, Steinkohlentheer, Theerwaſſer, Abſud über (harzigen) Tannzapfen. Den Nutzen eines Tannzapfenabſudes im Anſtriche (Kalk- oder Thon-) zeigten Verſuche beim Schloſſe Bursinel am Ufer des Genferſees. Oft enthält der Thon von Natur Erdpech, beſonders in den Morgenländern, um Baku ꝛc., wodurch er der Witterung ungemein dauerhaft widerſteht.

Unter manchen Umſtänden kann man Kalkgemäuer durch (kalkfreien) Thon gegen Salpeteranſatz ſchützen. Der Abputz im Innern der Kamine und Schlotröhren wird am beſten von Thon recht glatt gemacht, um Rußanſatz zu mindern. Eine Beimengung von Pferdmiſt macht dieſen Abputz feſter, erzeugt aber anfänglich einen (bald vorübergehenden) Geruch.

§. 17.

Thon zu Eſtrichen.

Ferner wendet man den Thon bei Gebäuden an:

Zu Thoneſtrichen für Scheuertennen, Schüttböden, Hausfluren und andere nicht zu feucht gehaltene Fußböden, Backofenherde, Kegelbahnen ꝛc. Der hinlänglich zähe (gut zubereitete, gereinigte) Taig wird in mehren Lagen aufgetragen, getreten, geſchlagen, durch Rindsblut, Theergalle, Viehurin (von Schaafen ꝛc.) gehärtet, dann geglättet. Trieſt bemerkt, daß Hammerſchlag und Haare, wenn ſie zum Thonhärten gebraucht würden und ſich dennoch auflöſten, das Getraide verunreinigten. Ferner dient der Lehm:

§. 18.

Staakarbeiten.

Zu Staakarbeiten — zum Staaken, Windeln, Winden, Wickeln, Stücken, Kleben, Schlieren, Lehmen der ſtehenden und hangenden (Wand- und Decken-) Fache — Felder. 10—12w' Lehm werden mit 1 Bund Stroh, zerhackt, zu Strohlehm vermengt. Die Deckenfelder bekommen ganze, oder halbe oder geſtreckte Windelböden. Die (ſtehenden) Felder der Bleichwände (Riegelfache) werden zuvor verſchieden mit Staakhölzern (lothrecht in Falze) aufgeſtellt, dann mit Schindeln, Aeſten ꝛc. quer ausgeflochten — geſpriegelt. Wie die Staakhölzer, ſollte alles Balken- und anderes Holzwerk längs der Kamine, Schlöte und Feuermauern, das Sattel-, Faßholz an den Schlotröhren, Rauchfangholz ꝛc. mit Strohlehm umwickelt und ſo gegen Entzündung geſichert werden. Dieſe Umwickelung iſt weit haltbarer als die von Glaſer, Friedrich, Herzberg und Andern vorgeſchlagenen Holzanſtriche, vornehmlich mit geſchlämmtem Thone, ſolchem mit Mehlkleiſter gemengt u. ſ. w. Ueber feuerſichere Holzanſtriche werde ich künftig am rechten Orte das Erforderliche mittheilen. Bekannt iſt die Anwendung des Thones

§. 19.

Lehmſchindeln.

Zu Lehmſchindeln, wobei das Dachdeckſtroh gegen Brand geſichert wird. (S. mein Handb. f. Baumeiſter, II. Thl. 2. Ausg.) Nach Accum haben ſich Lehmſchindeln ſchon Jahrhunderte erhalten. Bei einem vor mehren Jahren in Baireuth ausgeführten Lehmſchindeldache verſtockte bald das Stroh und wurde dann theilweiſe vom Winde davon geführt. An Gewicht kommen dieſe Dächer den doppelt gedeckten Breitziegeldächern gleich (Gilly). Sie ſind aber waſſerdicht, im Sommer kühl, im Winter warm, feuerſicher, wohlfeil, daher für ländliche Gebäude, wo es nicht auf beſſeres Anſehen ankommt, den Ziegeldächern wohl, wenigſtens öfter, vorzuziehen. In Schleſien macht man fetten Thon und Salzwaſſer zu einer Brühe und taucht die Strohbündel zu Strohdächern hinein, wodurch ſie dicht zuſammen kleben, worauf ſolche Dächer mit Sand überſtreut und überweißt, ſo aber vor Feuer mehr geſchützt werden. Wo man noch Strohfiedern zur Zwiſchenlage in die Fugen der Falzziegel — Dachpfannen — anwendet, wie in der Rhöngegend, bei Würzburg ꝛc., ſollte man damit eben ſo verfahren.

§. 20.

Thon zu Einfütterungen des Holzens, als Brandſchutz-, Feuerlöſchmittel, Füllſtoff gegen Waſſeranbrang ꝛc.

Die Thonanwendung beim Bauweſen iſt außerdem noch ſehr manchfaltig:

Zur Einfütterung des Holzes in der Erde, in Mauerwerk ꝛc. zum längern Schutze gegen Fäulniß, indem er, das Waſſer feſthaltend, den Wechſel von Näſſe und Trockenheit — Hauptbedingniß der Holzfäulniß — ſehr mindert. Je fetter er iſt, deſto mehr wird er dieſen Zweck erreichen. So gebraucht man ihn vorzüglich zu Hinterdämmungen der Bollwerke — Holzbeſchlächte, Archen ꝛc. — zum Einpacken der Pfähle, Balkenköpfe ꝛc. Ich bemerkte ſchon, daß der Thon

als Schutzmittel gegen Entzündung des Holzes dient. Man hat auch Thonwaſſer, das einen brennenden Stoff beim Uebergießen mit Schleim überziehen und ſo die Luftberührung damit ausſchließen kann,

als *Feuerlöſchmittel* vorgeſchlagen. Der Schwede van Aken miſchte 200 Pf. geſchlämmten Thon, 30 Pf. Alaun 40 Pf. Vitriol, 20 Pf. Kolkotar. Häufig benutzt man den Thon

als *Waſſer ab- oder zuſammenhaltenden Füllſtoff*: zur Einfütterung der Grundmauern gegen äußere, zudringende Näſſe; als Unterlage der Pflaſter und Plattenbeläge, wenn dieſe etwas abhängend um die Gebäude gegen Eindringen der Näſſe angelegt werden; zur Abhaltung des zudringenden Waſſers in Ziſternen, Kanälen ꝛc.; gegen Zudrang des Waſſers in Keller ꝛc.; beim Grubenbau zum Füttern der Schachtzimmerungen, der offenen Waſſerklüffte, der Firſten der Streben und Mauergewölbe. Auf Strecken verſtopft man ebenfalls die Klüffte mit Letten. Bei heftigerm Zufluſſe werden Holzkeile mit dem Letten eingetrieben, die, vorher getrocknet, dann aufquellen, oder der Schmierletten wird mit Kuhhaaren, Werg ꝛc. eingemengt. Er dient beim Waſſerbau zur (wenigſtens theilweiſen) *Ausfüllung der Fangdämme* — Krippen ꝛc. — und anderer Grundwerke. Zu allen dieſen Ausſtampfungen wählt man lieber fettern Thon, der waſſerabhaltender iſt als magerer (Lehm), welcher die Feuchtigkeit nach Verhältniß ſeiner Magerheit einſaugt und durchläßt. Der fette muß aber immer den rechten Grad von Feuchtigkeit behalten, weil er durch Austrocknung einſchrumpft, reißt und dann wenigſtens eine Zeitlang durchſeihen kann. Der Thon dient:

§. 21.

Thonkitte.

Als *Kitt* (*Thonkitt*), beſonders für die Häfner (Töpfer) zum Setzen der (thönernen ſowohl als eiſernen) Ofen (-theile). Eine Beimengung von Aſche, Salz, Hammerſchlag ꝛc. erzeugt im Feuer eine Sinterung und dadurch größere Feſtigkeit und Dauer. Reiner, fetter, feingeſchlämmter Thon mit reinem Sande, 1/6 Ziegelmehl, 1/6 feinem Hammerſchlage, 1/6 feingeſiebter Aſche geben einen guten Thonkitt für Ofenkacheln. 1/6 bis 1/8 Bleierz erhöht deſſen Güte. Um das Reißen des Speiſethons bei Kachelöfen ꝛc., alſo das läſtige Rauchen, zu vermeiden, iſt immer nöthig, denſelben möglichſt zu entfetten. Bei Königsberg ꝛc. im Untermainkreiſe ſetzt man Oefen aus Tafelziegeln (Platten), worauf mit einer Mengung von Thontaig, dann Pulver von gebranntem Thone, Ochſenblut, Hammerſchlag, Oel, Pferdmiſt, Viehurin, Aſche ꝛc. Geſimſe und Verzierungen geſetzt werden.

6 Theile gelber Thon mit 1 Thl. Eiſenfeilſpänen, mit Leinöl verdünnt und geſchlagen, geben einen *Eiſenkitt*. Einen ſehr feſt ſitzenden, hart werdenden Kitt geben: Gummiauflöſung, Thon und Eiſenfeilſpäne. Zum Beſchlag für Oefen, Röhren ꝛc. dienen: 10 Theile Thon, 15 Thl. Ziegelmehl, 4 Hammerſchlag, 1 Kochſalz, 1/4 Kälberhaare, alles mit Waſſer gut gemengt und ſteif aufgetragen; ferner der Retortenbeſchlag aus 10 Theil feuerfeſtem Thone, 1 gemeinem Töpferthone, 2 grobem Sande, 1/16 Pferdeäpfeln, alles mit Waſſer möglichſt gleichförmig geknetet. Beim Auftragen werden alle durch Trocknen entſtehende, feine Riſſe mit der Hand zugedrückt. Man trägt ſo nach und nach mehre Lagen bis 3''' dick auf. Ein ſteifer Brei von gleich viel Thon und feingepulvertem Porzellankapſelpulver gibt ebenfalls einen guten Beſchlag des Eiſens bei Heiz-, Schmelz-, Brenn-, Siedöfen, Bratröhren, Siedpfannen, Keſſeln ꝛc. Dadurch wird daſſelbe gegen Verbrennung mehr geſchützt und die Erhitzung gleichförmiger und gemäßigter nach außen wirkend, ſtärker in geſchloſſenen Ofenräumen zuſammengehalten. Ich erwähne den Gebrauch des Thones:

§. 22.

Thongießformen, Hahnenbrei, ſonſtige Thonbenutzungen.

Zu *Gießformen*. Lehm mit Kohlenpulver liefert Formen den Eiſengießereien (zum *Lehmguſſe*). Auch Gießformen für Blei, Zinn, Meſſing, Glockengut ꝛc. gibt der Lehm mit Kuhhaaren ꝛc. ꝛc. Beim Vergießen der eiſernen Dübel und Klammern mit Blei, hat man den Thon ebenfalls nöthig.

Als ſogenannter *Hahnenbrei* dient er beim völligen Ausſchmieden — *Packſchmieden* — der durchs *Urwellen* und *Gleichen* vorbereiteten Blechſtürze. Man bringt mehre derſelben zugleich unter den Hammer, wobei man denn, zur Meidung des Zuſammenſchweißens, zwiſchen die Bleche ein Gemenge von Thon, Kreide, Kohlenſtaub und Waſſer, in das man ſie vor dem Glühen eintaucht, unter der Benennung Hahnenbrei, bringt.

Noch erinnere ich an folgende Anwendungen des Thons außer dem Bauweſen: als Zuſchlag bei manchen

Erzſchmelzen, Verbeſſerungsmittel des ſandigen und kalkigen Bodens. Er hält die Feuchtigkeit feſt und iſt dem Laubholze gedeihlich. Man gebraucht ihn zur Alaunbereitung, Zuckerreinigung, als Farbpigment, zu Pirometern nach Mortimer und Wedgwood, zu Zuckerformen (die die Feilner'ſche Fabrik in Berlin vorzüglich liefert). **Klöden** ſpricht von Straßen mit Thon ſchoſſirt, die, wie ſich von ſelbſt verſteht, nur bei trocknem Wetter eine ebene, glatte Bahn haben, bei naſſer Witterung aber nicht fahrbar ſind.

§. 23.

Abdrücken, Abformen in Thon.

Ganz vorzüglich eignet ſich der Thon zum Abdrücken und Abformen, indem er als gehörig durchgekneteter Taig die feinſten Eindrücke und jede beliebige Form annimmt. Am beſten und leichteſten läßt ſich fetter Thon, mit wenig Kieſelerde, zum Formen anwenden; mit mehr Kieſelerde — magerer — brennt er, unter geringerer Aenderung der Form und Größe, im Feuer härter als jener. Der Thon wird von Bildhauern, in Eiſen-, Glocken-, Kanonen-, andern Metallgießereien, zu Formen, aber auch ſelbſt wieder zu Abdrücken, verwendet. Die Formen, worein er ſich drücken läßt, ſind von Metall, Gips, Schwefel, überhaupt jedem Stoffe, der feſt genug iſt, von der Thonfeuchtigkeit nicht beſchädigt zu werden, oder dagegen durch Einölen, Wachstränken ꝛc. zu ſichern iſt. In leichtgebrannte Thonformen, wenn ſie mit Wachs ſo eingetränkt werden, daß dieſes in den feinen Zügen nach der Erkaltung nicht zurück bleibt, ſondern ſich in das Innere durch gehörige Erwärmung einzieht, läßt ſich Thon wieder oft und gut abdrücken. Bekannt ſind die Wedgwood'ſchen Geſchirre, Reliefs, Medaillons und Nachahmungen von geſchnittenen Steinen — letztere häufig mit weißen Figuren auf farbigem Grunde. Der Thon zu dieſen Abdrücken verdankt ſeine Farben der natürlichen Beimiſchung oder dem abſichtlichen Zuſatze verſchiedener Metalloxide, z. E. des Kobaldoxids ꝛc. Man drückt den anders gefärbten Thon für die erhöhten Verzierungen zuerſt ein, reinigt nöthigenfalls die übrige Formfläche und füllt auch dieſe. Die Eigenſchaft des Thones, durch Eintrocknen und Hartbrennen ſich zuſammen zu ziehen, gibt den Vortheil, manche Verzierungen regelmäßig zu verjüngen. Iſt das Urbild in Thon geformt, ſo erſcheint ſchon das erſte getrocknete und leicht gebrannte Nachbild verjüngt, noch mehr alſo jedes weitere Nachbild vom vorhergehenden, das wieder als Vorbild diente. Inzwiſchen geht doch bei jedem folgenden Nachbilde etwas an Schärfe verloren; die Verjüngung erſcheint alſo immer unvollkommner.

§. 24.

Ziegelbrennerei. Ziegelwaare.

Ziegelbrennereien ſollen alle aus Thon zweckgemäß geformten, dann in Feuer hartgebrannten Steine zu Bauwerken aller Art liefern. Die allgemeine Benennung aller Ziegeleierzeugniſſe iſt **Ziegel**. Die Ziegel ſind aber: **Mauerziegel** zum Mauern, **Dachziegel** zu Dacheindeckungen, **Pflaſterziegel** zu Fußbodenbelägen. Dach- und Pflaſterziegel nennt man gemeinſchaftlich **Deckziegel** (-**ſteine**). Alle dieſe nach ihren Zwecken ſortirten Ziegel bekommen nach Verſchiedenheit der Größe, Form ꝛc. wieder beſondere Benennungen, die ich nachher aufführen werde. Man nennt auch alle gebrannten Bauſteine: **Rothwaare**. Brunnenröhren, Abtrittsrohre, Gewölbtöpfe ꝛc. werden beſſer in Töpferöfen gebrannt und erfordern viel vorzüglichern Thon.

§. 25.

Ziegelmauerungen der Aegipter, Babilonier, Phönikier ꝛc.

Die Aegipter, Babilonier, Phönikier ꝛc. bauten ſehr früh mit gebrannten Steinen. Diospolis in Aegipten war von gebrannten Ziegeln erbaut. Der Einſchluß der 2 Tempeltrümmer zu Kum Ombu — Ombos — beſteht aus gebrannten und rohen Ziegeln. Die Stadttrümmer von Denderah — Tiphonium — ſind ein Haufen von gebrannten Ziegeln, Scherben und Porphirſtücken (Ripault). Die äußere mit Asphalt von Is geſpeiste Ringmauer von Babilon gibt Herodot, Augenzeuge, als ein Geviert an, jede der 4 gleichen Seiten zu 120 Stadien lang, die Mauerhöhe zu 200, ihre Dicke zu 50 königl. Ellen, dieſe 3 Finger länger als die griechiſche. Der Graben um dieſe Mauer gab den Stoff zu den Mauerbackſteinen; er ſelbſt erhielt Futtermauern von Backſteinen, innen nach je 30 Steinlagen mit Schilfbündeln ausgefüllt. Gewände und Flügel der 100 Stadtthore waren von Erz.

Der die Stadt theilende Euphrat war an beiden Ufern mit Backſteinkaimauern eingefaßt, worauf in gebogener Verbindung mit den Stadtmauern ebenfalls Mauern ſtanden, in jeder gerade darauf treffenden Straße mit eherner Pforte, von der eine Treppe hinab zum Strome führte. Die Ziegelmauer, im Innern der Stadt in einem Umfange von 90 Stadien (Curtius) war an Höhe und Dicke nicht viel geringer als die äußere (Herodot). Die Burg auf dem abendlichen Stromufer hatte nach Herodot nur eine Ringmauer. Diodor gibt 3 an, die mittlere, in Zirkelform 50 Stadien lang, 300 Ziegel dick, 50 Klaffter hoch, mit 70 Kl. hohen Thürmen, war von ungebrannten Ziegeln und hatte bemalte Reliefs. Aber die Reliefs von Thieren und Jagden auf der innern Mauer waren weit vorzüglicher. Die 3 erzenen Pforten zum Innern wurden mit Maſchinen bewegt. Jenſeits des Stroms nimmt Diodor noch eine Burg an (wahrſcheinlich der Belustempel), mit Backſteinringmauern.

Man findet noch in den dortigen Trümmern glaſirte Backſteine von den lebhafteſten Farben. Rondelet bemerkt: M. de Tersan beſaß in ſeiner Alterthumsſammlung einen ſolchen überfirnißten Stein, gelb und blau wellig gebändert. Nach Niebuhr waren die babiloniſchen Ziegel, 1′ lang und breit, ſo dick als unſere, ſo gut gebrannt, als er ſie je geſehen hatte. Auf dem untern Lager der Backſteine findet man häufig keil- und nagelförmige Zeichen — vielleicht magiſche Formeln gegen böſe Geiſter? (Thom. Maurice Observations on the Ruins of Babilon. Lond. 1816). Epigenes (ſ. Plin. VII. 52) erwähnt, die Babilonier haben ſchon 720 Jahre v. Chr. aſtronomiſche Beobachtungen auf gebrannte Steine gezeichnet.

§. 26.

Bau der Römer mit gebrannten Steinen.

Bis zu Alexander's Tod bauten die Griechen wenig von gebrannten Steinen. Beſtimmt weiß man dieß nur vom Philippeum, dem Rundgebäude zu Olimpia, das von Säulen rund umſtellt war, worin die 5 goldenen Statuen der Philipp'ſchen Familie ſtanden, deſſen Kuppel oben in einen erznen Mohnkopf auslief. Eurialus und Hiperbius ſollen in Athen die erſte Ziegelei angelegt und Kinera auf Kiprus die erſten Dachziegel (aus gebranntem Thone?) verfertigt haben. Auch zu Rom baute man zur Zeit Vitruv's noch nicht viel mit Backſteinen. Da wegen Mangel an Raum für die große Bevölkerung die Häuſer ſehr hoch gebaut wurden, die gemeinſchaftlichen Scheidemauern aber zur Raumerſparung nur $1\frac{1}{2}$ röm. Schuhe dick gebaut werden durften, ſo konnte man dieſe nicht mehr aus Rohlehmſteinen machen; vielmehr verwendete man dazu die flachen, geraden Dachziegel. Vitruv (II. 8) bemerkt ausdrücklich, daß nur aus dieſer Urſache Lehmziegelmauern in Rom nicht ſtatt finden könnten, weil dieſe für mehre Stockwerke dicker ſein müßten; dann bemerkt er, daß die Brandſteine nur erſt dann zum Mauerwerk als tauglich und feſt genug erachtet werden könnten, wenn ſie, lange genug auf dem Dache der Witterung ausgeſetzt, die Probe beſtanden hätten. Alle Gebäude Roms aus beſonders hierzu geformten und gebrannten Steinen ſind nicht älter als die Kaiſerregierung. Das älteſte Backſteingebäude ſcheint das Pantheon *) zu ſein. Alle römiſche Ziegel ſind geviert oder durch Theilung übereck dreieckig. Die größere Sorte war 2′ röm. = 22″ par. lang und breit, $\frac{1}{6}$′ röm. = 22‴ par. dick; die mittlere Sorte hatte $1\frac{1}{2}$′ röm. Länge und Breite, 20‴ par. Dicke; die kleinſten ſind $7\frac{1}{3}$″ par. lang und breit, 18‴ dick. Man hatte aber auch Ziegel von rechteckiger Form. Die dreieckigen Brandſteine dienten in der Zeit der Kaiſer zu den Mauerbekleidungen. Sie wurden mit ihrer langen Seite — der diagonalen Fläche — ins Haupt ſo gelegt, daß die rechtwinkliche Kante ins Innere zu liegen kam, wie Fig. 13 zeigt. Die Gebäudeecken wurden aus rechteckigen Steinen gemauert und in der Höhe wurden nach mehren Steinlagen Gürtungen von gevierten Steinen von Haupt zu Haupt durchgebunden. Der Zwiſchenraum dieſer Bekleidungsſteine wurde, wie Fig. 13 zeigt, mit Brockengemäuer, bisweilen aber auch mit gevierten Brandſteinen, ausgemauert. Das Brockengemäuer — Füllwerk — wurde vor der Durchgürtung feſtgeſchlagen, was um ſo eher möglich war, da dieſes Mauerwerk in Bretterkiſten, wie jetzt der Form- (Piſé-) Bau, aufgeführt wurde. Man ſieht jetzt noch in ſolchen Mauerkernen da, wo die Verkleidung weggenommen iſt, die Löcher für die durchgeſteckten Querhölzer der Bretterformen. Von den Backſteingebäuden erwähne ich noch: den Friedenstempel, die Waſſerleitungen, Kaiſerwohnungen, Thermen. Noch jetzt zieht man in Rom die Ziegel alter Gebäudereſte den neuern vor. Häufig findet man darauf gedruckte

*) Dieſes Gebäude des Agrippa, deſſen Portikus bronzene Balken hat, iſt in den Werken von Serlio, Palladio etc. abgebildet.

Stempel, meiſt mit dem Namen der Ziegelei und dem Konſulatsjahre, wahrſcheinlich zur Empfehlung der Güte der Steine. Oft gruppirte man angenehm Steine von verſchiedener Farbe — man bildete das Gerippe: Pfeiler, Sockel, Gürtungen, z. E. von rothen ꝛc., die Ausblendung von gelben ꝛc. Steinen. Man findet ſie bei gegebener, gleichbleibender Länge oder Breite in der Dicke oder Länge ungleich — keilförmig. Dadurch konnte nach Fig. 14 im Haupte ab faſt ohne ſichtbare Fuge gemauert werden. So ſind die vortrefflichen Bekleidungsbackſteine an der Münchner Pinakothek *) geſtaltet und mit Zäment außen kaum ſichtbar gefugt. Bekanntlich führten die Römer oft gegen feuchte Hauptmauern mit einem Zwiſchenſpalt (trockene) dünne, beſondere Mauern auf. Die Ziegel hierzu bekamen an den innern Ecken Zapfen, womit ſie an der Hauptmauer anlagen. Für ganze Säulenordnungen erhielten die Backſteine die nöthige, beſondere Form und Verzierung. Man ſieht das am Bachustempel (S. Urbano), Tempel des deus ridiculus etc. Die Römer bildeten ſo: Kapitäle, verzierte Tragſteine, Blätterwerk, Schlangeneier, Perlſtäbe, Labirintzüge ꝛc. Man findet auch Ziegelplatten mit Bildnerei zur Ausſchmückung der Frieſe. Zu Fußböden gab man ihnen mancherlei Grundgeſtaltung.

§. 27.

Heutiger Backſteinbau.

In Teutſchland iſt Berlin, München ꝛc. von Backſteinen erbaut. Vor den heutigen, ſchlechten Münchner Backſteinen zeichnen ſich ungemein aus die der 336′ langen, in ſich 128′ breiten, bis an das Gewölbe 78′ hohen, ſeit 1468 erbauten Frauenkirche, genau gen Mittag geſtellt, mit 30 Altären, 22 Pfeilern, 2 Thürmen, ſo hoch, als die Kirche lang iſt. Selbſt viele Zierdeſteine dieſer Kirche beſtehen aus (gebrannter) Ziegelmaſſe. D... (große) Münſter zu Ulm (deſſen Thurm aus braungelben Sandſteinen erbaut iſt) beſteht aus Backſteinen. Die holländiſchen Städte beſtehen ganz aus Backſteinen, in Frankreich: Toulouse, Montauban, Moulins etc. Im Havre, wo nur mit Backſteinen gebaut wird, vermauert ein Mann (nach Vincent, Arch.) bis 5,000 Stück (von kleiner Gattung?); in Paris, wo wenig mit Backſteinen gebaut wird, nur bis 1,800 Stück. England baut meiſt mit Backſteinen. Der Einfahrthurm zum Londoner Tunnel, 60′ hoch, 50′ im Umfange, iſt zwiſchen einem Gerippe von Holz und Eiſen, 3′ dick, auf gußeiſernem Ringroſte erbaut und, mit engliſchem Kitt gemauert, im Sande und Quellwaſſer verſenkt worden. Vincent ſagt, daß in England ein Maurer 1,800 Stück Backſteine verlege, die ihm zugelangt werden, während ein Anderer das Mörtelbett bereitet. Die chineſiſche Mauer, 360 teutſche Meil. lang, 25′ hoch, iſt beiderſeitig mit Backſteinen bekleidet. Die Ziegeleien bei Rom, Vicenza, Ferrara, Treviso werden gerühmt. Turin beſteht größtentheils aus Backſteinen. Die merkwürdigſten Brennereien der Niederlande ſind um Utrecht und Dortrecht, wozu der nöthige Sand aus den Kanalgründen genommen wird. Sehenswerth ſind dem Reiſenden die bei Vreeswjk, Woerden, Gouda. Ein Beweis großer Fertigkeit in der Fabrikation iſt, daß (nach Vincent) in Lille 1,000 Stück (kleine, 8″ lange, 4″ breite, 2″ dicke = 64w″ große) um 7½ Fr. fabrizirt, um 11 — 12 Fr. verkauft, in Antwerpen ſogar um 6 Fr. fabrizirt werden (?). Die von Napoleon von 1803 bis 13 verbeſſerten, jetzt berühmt gewordenen Feſtungsmauern zu Antwerpen **) ſind von Backſteinen. Die Schleuſen und andere Waſſerbaue Hollands ſind von Backſteinen; eben ſo ihre Pflaſter ꝛc. Die 4,000 Häuſer der großen ungariſchen Dorfſtadt Debrekzin (mit 42,000 Einw.) ſind von Backſteinen und Holz.

§. 28.

Backſteinabmeſſungen.

Die gewöhnlichſten Erzeugniſſe unſerer jetzigen Ziegeleien ſind:

Backſteine — Brand-, Backen-, Barn-, Brenn-, Mauer-, Ziegelſteine — Mauerziegel — gewöhnlich vier- und rechtkantig (balkenförmig, parallelepipediſch) geformte Steine, deren 3 Abmeſſungen: Länge l, Breite b, Dicke oder Höhe d ſich ſo verhalten ſollten, daß wenn k die Dicke der Kalkfugen — Mörtelbänder — ausdrückt,

$$b = 2\,d + k \text{ und}$$
$$l = 2\,b + k = 2\,(2\,d + k) + k = 4\,d + 3\,k \text{ wird.}$$

*) Entworfen und ausgeführt vom berühmten Künſtler: königl. wirkl. geheimen Rathe, Ritter Leo v. Klenze.
**) Auch Docken und Werfte erbaute Napoleon zu Antwerpen.

Dieſes gegenſeitige Verhältniß der Abmeſſungen iſt erforderlich, um einen richtigen **Mauerverband** zu erhalten, ſo daß lothrecht nie in zwei folgenden Steinſchichten Fuge auf Fuge, ſondern immer Fuge auf Steinmitte treffe. Die Steindicke d wird aber dann hiervon unabhängig, wenn die Steine nur **gelegt**, nie **geſtellt** werden. Dann beſtimmt die Steindicke immer nur die Höhe der Steinſchichten und die Mauerdicken nehmen zu und ab nach Steinbreite zu Steinbreite — von halben Steinen zu halben Steinen. Werden aber $^3/_4$, $^5/_4$, $^7/_4$ ꝛc. Stein dicke Mauern verlangt, ſo muß $b = 2\,d + k$ werden.

Die Beſtimmung der Länge der Backſteine, wovon dann die ihrer andern Abmeſſungen abhängig iſt, gründet ſich auf mehre Rückſichten. Je größer die Backſteine ſind, deſto weniger Fugen erhalten die Mauern, deſto geringer iſt der Mörtelaufwand, deſto weniger Zeit oder Arbeit erfordert eine Mauer beſtimmter Größe. Dieſer Forderung geſchieht aber dadurch Einhalt, daß zu große, ſchwere Steine nicht mehr leicht genug gehandhabt werden, und übermäßig groß, endlich eher mehr als weniger Zeitaufwand erfordern; dann daß ſie beim Trocknen ſich nicht werfen, im Brennen nicht reißen dürfen, ohne übermäßigen Brandaufwand aber hinlänglich durchbrennen müſſen; v. Crelle bemerkt mit Recht, daß durch Durchlöcherung großer Backſteine ihre Durchbrennung erleichtert werden könne. (Ich erinnere hierbei nur an den ſonderbaren, ich glaube in Weimar zuerſt (?) gemachten, Vorſchlag, große Ziegel wie Käſten innen auszuſchneiden oder hohl zu bilden). Alſo hängt die mit Vortheil möglichſte Größe auf einer Seite von der Güte des Ziegelthons, aber auch von deſſen Bearbeitung mit mehr oder weniger Einſicht, Mühe ꝛc. ab, auf der andern kommt es wieder darauf an, für Mauern von allerlei möglichen Abmeſſungen die ſchicklichſten Steinabmeſſungen feſtzuſetzen. Endlich ſieht man bei dieſer Beſtimmung auch gern zur Erleichterung der Anſchlagsverfaſſung darauf, daß auf einen Kubikſchuh Mauerwerk eine beſtimmte, und wo möglich ſolche Anzahl von Steinen geht, welche ein leicht auszudrückendes Verhältniß zur Zahl Zwölf und zu ihren Erhebungen hat; z. E. 8, 9, 10, 12, 16, 18, 20, 24, 27. Rechnet man im Mauerwerke in jeder Richtung die Dicke der Fuge = k hinzu, ſetzt zugleich b und l gegen d ſo feſt, wie vorhin geſagt wurde, ſo wird der Inhalt jedes Steines $= (d + k) \,.\, 2\,(d + k) \,.\, 4\,(d + k) = 8\,(d + k)^3$.

Werden d und k in Zollen ausgedrückt und ſollen x Steine auf 1w′ gehen, ſo erhält man

$$8\,(d + k)^3 \quad x = 1728$$

$$(d + k)\sqrt[3]{x} = 6, \text{ demnach}$$

$$d = \frac{6}{\sqrt[3]{x}} - k;$$

$$k = \frac{6}{\sqrt[3]{x}} - d;$$

$$x = \frac{1728}{8\,(d + k)^3}$$

$$= \frac{216}{(d + k)^3}$$

Bei den zwei Sorten:

Num. 1. 11½″ lang, 5½″ breit, 2½″ dick,

Num. 2. 7½″ lang, 3½″ breit, 1½″ dick

iſt die Kalkfugendicke zu ½″ (etwas ſtark) angenommen und es gehen dann von Num. 1. acht, von Num. 2. aber 27 Sücke auf einen Würfelſchuh.

Wollte man 14 Steine auf 1w′ rechnen und $k = ½″$ nehmen, ſo würde $(d + ½)^3 = {}^{216}/_{14} = 15^5/_7$ werden. Für $d = 2$ wird aber $(d + ½)^3 = 15^5/_8$. Macht man daher ferner

Num. 3. 9½″ lang, 4½″ breit, 2″ dick,

ſo liefern 14 Stücke mit genau halbzölligen Fugen 1750w″ anſtatt 1728w″, alſo beinahe das Verlangte.

Wo man die Mauern nach ihrer Stärke zu 1, 1½, 2, 2½ ꝛc. Steinen beſtimmt, nur im Haupte mit

dem Maaßſtabe mißt, iſt deßhalb nur darauf zu ſehen, daß auf 1□′ Hauptfläche eine beſtimmte Anzahl Steine zu liegen kommt. Dann mißt jeder Stein im Haupte

$$(d + k) \cdot 2 (d + k) = 2 (d + k)^2.$$

Hieraus erhält man, wenn d und k wieder in Zollen und die Anzahl Steine auf 1□′ = 144□″ durch x ausgedrückt werden,

$$2 (d + k)^2 x = 144 \text{ alſo}$$

$$x = \frac{72}{(d + k)^2};$$

$$d = \sqrt{\frac{72}{x}} - k;$$

$$k = \sqrt{\frac{72}{x}} - d.$$

Für d = 2½″, k = ½″ wird daher x = 8, überhaupt für d + k = 3″. So oft $(d + k)^2$ in 72 mehrmals ganz enthalten iſt, ſo oft gehen eben ſo viel ganze Steine auf 1□′ Mauerhauptfläche.

Wo man auch die Breite und ſonach die Länge von der Dicke der Steine unabhängig machen wollte, würde die Rechnung anders und noch leichter zu führen ſein.

Man findet in den verſchiedenen Ländern und Orten ſehr verſchieden übliche Abmeſſungen der Backſteine, aber vielleicht nirgend mit Berückſichtigung oben erwähnter Einflüſſe beſtimmt. Es ſpringt in die Augen, daß man für die manchfaltigen Zwecke und Mauerdicken wenigſtens einige verſchiedengroße Sorten Backſteine haben ſollte. In München macht man ſie durchgängig 14″ lang, 6¾″ breit, 2½″ dick. Aber die meiſten von den Ziegeleien gelieferten Steine ſind wenigſtens einmal in der Länge zerbrochen; ſeltner ſind ganze Steine. Ich ſah, wie die Maurer die Trümmer der Backſteine in den Händen zuſammen hielten und vermauerten. Dieſer Umſtand, die übrige ſchlechte Beſchaffenheit dieſer Steine und das unbegreiflich ſchlechte Verfahren beim Mauern ſelbſt, laſſen es bewundern, daß der größere Theil der auf den Verkauf gebauten Häuſer nicht ſchon längſt zuſammengeſtürzt iſt; aber Schutz von München iſt der unwandelbare, felſenfeſt liegende Kiesboden, die Güte des Abputzmörtels, und die ungeheure Dicke, in der man die äußern Mauern aufführt, dieſe dann auch noch mit einem Heer von Ankern an die Balken hängt, aber doch auf eine höchſt unwirkſame Art bloß mit Nägeln darauf heftet. Mit guten, ganzen Steinen würde man die äußern Mauern ungleich dünner aufführen können und dafür an Stoff und Raum (Bauplatz) beträchtlich erſparen. Da die münchener Baupolizei für alle Fälle die Dicke der oberſten Geſchoſſe der Vierungen zu 1½ ſolcher vierzehnzölliger Backſteine feſtgeſetzt hat, ſo hat dieſelbe dem Baumeiſter die Mühe einer ſtatiſchen Berechnung erſpart!! Die Holländer — die europäiſchen Meiſter der Ziegelkunſt — machen die Steine kleiner. Sie unterſcheiden Steine und Moppen; erſtere ſind 9″ lang, 4½″ breit, 1⅞″ dick; letztere, hart gebrannt zu Pflaſterungen: Straßenklinker — Stallmoppen genannt, ſind 6 — 7″ lang, 3½ breit, 1¼″ dick. Mit den Holländern nennen auch die Teutſchen die härteſten, Waſſer, Froſt und Witterung widerſtehenden Mauerziegel Klinker.

§. 29.

Backſteinabmeſſungen in Bezug auf Mauerverband.

Zur Bildung des Mauerverbandes — zur Fugenbindung — bedarf man der Quartierſtücke: Dreiviertel-, Dreiquartierſteine von ¾ der ganzen Länge und der Halbſteine von ½ der Länge oder Breite. Selten werden dieſe beſonders geformt; meiſt aus ſchon beſchädigten Steinen mit dem Mauerhammer zugerichtet. Um den Mauerverband zu vereinfachen, und dabei ſehr zu verbeſſern, müßte man zugleich ſolche Steine formen, welche die ganze Länge zur Breite hätten — Geviertſteine — dann ſolche, deren Breite ⅔ der Länge betrüge. In der Lehre vom Steinverbande werde ich dieſes näher nachweiſen.

Wird im Mauerziegel der Falz für Fenſterrahmen und Thüren gleich nach dem Streichen (mit einem angenäßten Meſſer) ausgeſchnitten, ſo nennt man ihn einen Falzziegelſtein. Sonſt wird dieſer Falz auch aus dem gebrannten Steine nach Erfordern ausgehauen.

§. 30.

Ziegelauswahl. Klinkerſtraßen.

Vollkommene Mauerziegel — Klinker — ſind zu allen Mauerwerken in allen ihren Theilen brauchbar: zu Uferbeſchlächten, Kanalwänden, ſelbſt Brücken, indem ſie den Froſt im Wechſel der Näſſe aushalten können. Die berühmt gewordenen Mauern der Zitadelle von Antwerpen waren ſelbſt im Haupte von Backſtein. Die Holländer bauen ſchon lange damit Straßen — Klinkerſtraßen — auf denen aber zweiräderige Karren nicht über 2500 Pf. fahren dürfen. Hr. Bauinſp. Heermann (ſ. Journ. f. d. Bauk. v. Crelle) baute den preußiſchen Antheil der Klinkerſtraße zwiſche Kleve und Nimwegen, auf der 4 — 6000pfündige Laſten vom Jahre 1828 bis 1830 in den ebenen Strecken noch keine Beſchädigung erzeugt hatten. Fig. 15. A. iſt ein Querſchnitt, C. das Klinkerpflaſter, B. die Bekieſung dieſer Straße. Die nach der Straßenlänge auf hohen Weg geſtellten Steine a b c d bilden den Bort an der Fußbank als Widerlager für die auf hohen Weg im Verbande geſtellten Straßenbögen e e. Die ganze Pflaſterung liegt auf einer 1′ hohen, feſten Sandlage und iſt $1\frac{1}{2}''$ hoch mit Sand überſchüttet. Die Sanddecke wird nur auf ebenem Wege, am beſten in feuchtem Zuſtande, erhalten, daher am beſten unter ſchattigen Baumreihen. Der Steinrand a b c d iſt mit Raſen f überdeckt. Wo Mangel an Randſteinen iſt, mag dieſes Verfahren Nachahmung verdienen. Im Sommer ſind in den Niederlanden die Ziegellandſtraßen geſchont; dann gehen die Güter und 95 von 100 Reiſenden auf den Kanälen. Alle Reiſewägen hängen in Federn.

Je unvollkommener die Steine werden, deſto ſorgfältigere Auswahl iſt für die verſchiedenen Umſtände zu treffen. Beim Hausbau ſind die beſten Ziegel für den Sockelbau erforderlich und für den Grund, ſo tief der Witterungswechſel hinabreicht, dann für Schlotkäſten; die beſſern für die Vierungen, die weniger dauerhaften für innere Mauern; die beſſern zum Erdgeſchoße, die geringern für die höhern Stockwerke; die beſſern an feuchte, die geringern an trockne Orte, zu Kaminen, Schlotröhren ꝛc. Die beſten Steine erfordert der Waſſerbau. Die leichtern, poröſen werden zu trocknen Wölbungen, die dichten, ſchweren zu Widerlagern ausgeſchieden. Wiebeking ſagt: „So ſind die Gewölbe des Münſters zu Ulm mit gebrannten Steinen aufgeführt, worin viel zerhacktes Heu und Stroh (noch?!) zu erkennen iſt.

§. 31.

Schlotſteine.

Klötze — Klötz-, Kamin-, Schlotſteine — Goggeiſel — Kaminel — Docken — Schlotdocken ꝛc. insbeſondere für Schlotröhren beſtimmt, wo die Mauerziegel gelegt zu breit und geſtellt zu dünn ſind, alſo im erſten Falle zu koſtbar, zu laſtend, im letztern unhaltbar, dem Drucke der Kaminfeger nicht hinlänglich widerſtehend, übrigens auch zu dünnern Scheidemauern. In Bajern beſteht die Vorſchrift, für die Kaminfeger, die lichte Röhrenweite 22″ ins Gevierte anzulegen. Wird nach dem Verbande Fig. 16. die Länge der Klötze = x, ihre Breite = b, die Fugendicke = d geſetzt, ſo wird

$$2x + 2d - b = 22''$$

$$\text{Alſo } x = \frac{22 + b - 2d}{2} = 11 - d + \tfrac{1}{2} b.$$

Nimmt man $b = 4\frac{1}{2}''$, $d = \frac{1}{2}''$, ſo wird $x = 12\frac{3}{4}''$. Wenn aber der Rauchzug bei der großen Weite von 22″ ſehr gering ſeyn kann, ſo iſt es ein unverzeihlicher Fehler, daß die Münchner ihre Kaminel bei $4\frac{1}{2}''$ Breite, $13\frac{1}{2}''$ lang machen. Dafür iſt aber auch das Einrauchen dort an der Tagesordnung!

Zu engen, auszubürſtenden Schlotröhren, im Lichten 6zöllig für 3 Feuer, 7zöllig für 4 Feuer, 8zöllig für 5 Feuer ꝛc., dienen Schlotſteine, wie e f d c Fig. 17. Die Länge derſelben kann, um ſie ordentlich einbinden zu können, $1\frac{1}{2}$ Steinlängen + 1 Fugendicke, die Breite $\frac{3}{4}$ Steinlängen betragen. Dann bilden die Lagen a b f e ein Geviert von $1\frac{1}{2}$ Steinen. In den wechſelnden Lagen, worin immer 2 Steine die lichte Röhre in ihrer Mitte bilden, wechſeln die Stoßfugen wie d g und h i, indem aus der Längenmitte eines jeden der durchaus gleichen Steine die halbe lichte Kreisöffnung ausgeſchnitten iſt.

§. 32.
Schmiegziegel.

Klampziegel — Schmieg-, Spitzziegel (-ſteine). Um durch mehren Wechſel der Fugen einem Ziegelmauerkörper mehr innern Gehalt zu geben, legt man einige der Schichten ſo, daß ihre Stoßfugen — lothrechten Fugen — nicht winkelrecht, ſondern ſchräg auf das Mauerhaupt treffen. Sie erhielten die Benennung Klamp-, Kreuz-, Schmieg-, Stromlagen. Die ins Mauerhaupt treffenden Kopfſteine dieſer Lagen müſſen deßhalb nach Fig. 18. abgeſchrägt werden, oft unter 45°, beſſer unter 60°, damit die Ecke bei a ſtärker bleibe.

§. 33.
Gewölbziegel.

Gewölbziegel — Wölbe-, Keilziegel (-ſteine), nach den vorkommenden, gegebenen Gewölbfügungen geformt, um unnöthige Arbeit und Stoff zu gewinnen, die ſonſt durch Zurichtung — Schnäblung — ſolcher Keilſteine aus den gewöhnlichen Backſteinen verloren gehen. Die Verjüngung iſt entweder einfach — zweiflächig oder doppelt — vierflächig. Es genügt, daß man nur einzelne Keilziegel habe, um mit den übrigen, rechtkantigen Steinen einen Bogen zu wölben; denn wenn nach Fig. 19. nur nach 4, 6, 8, 9 ꝛc. Steinen ein Keil a, a, a eingelegt wird, ſo kann man dadurch mit der über den Mittelpunkt c der Wölbung gekommenen Fugenrichtung immer wieder rechtwölbig einſchneiden.

§. 34.
Gurtenſteine.

Gurtenſteine nennt man in München ſolche Backſteine, worin, nach Fig. 20., das Widerlager für die innern Gewölbe, ſogen. böhmiſche (flache Kugel-) Gewölbe, ausgeſchnitten iſt. Man hat hierzu zum Verbande ganze A und halbe B. Der Verband kann nach Fig. 21. ſtatt finden.

Hierbei erinnere ich, daß man zu Wölbungen ſchon längſt hohle Steine in Form von Krügen, Töpfen, verjüngten Hohlzilindern ꝛc. ausführte; ſo bei der Kirche S. Vital in Ravenna; dem älteſten Theile des Domgewölbes zu Aachen ꝛc. Neuerlich hat man bei der Börſe zu Paris, bei Wohngebäuden in London ꝛc. Topfgewölbe gemacht; bei der Pinakothek in München aber Breitziegel hohl zuſammen geſetzt.

§. 35.
Brunnenſteine.

Zu den einfachen Keilziegeln gehören die Brunnen- und Keſſelſteine zur Mauerung der Brunnenſchächte, Ofenſchächte, Keſſelmauern ꝛc. von kreisförmiger Geſtalt. Zu dieſer Mauerung gehört die der verſenkten Brunnen als Grundpfeiler und die umgekehrte Schachtmauerung beim Bergbau ꝛc. Dieſe Steine ſind gleich dick, ihre Stoßfugenflächen gehen aber gegen eine Achſe; im innern, eigentlich auch im äußern Haupte, müßten ſie bei voller Regelmäßigkeit Kreisbögen, eigentlich Walzen- (Zilinder-) Stücke bilden. Hierzu könnte man die Säulenziegel zur Bildung von Säulenſtämmen rechnen; v. Wiebeking erinnert die der Baſilika zu Pompeji; daß das Palladio zu Venedig und Vicenza Backſteinſäulen mit höchſt dünnen Fugen bildete; daß man in Petersburg ſolche Säulen ausführe.

§. 36.
Geſimsziegel.

Geſimsziegel, nach gegebenem Geſimsſchnitte (-Profile) geformt, um das koſtſpieligere Zurichten derſelben aus gemeinen Mauerziegeln zu erſparen. Insbeſondere nennt man ſo auch jeden nur längern Mauerziegel für (ſchwebende) Hängplatten. Sie können, wenn ſie nicht durch Ankerung unterſtützt werden ſollen, nicht ganz mit ihrer Hälfte ausladen, da ihr Schwerpunkt noch hinlänglich auf dem Unterſimſe aufruhen muß. Für eine Ausladung = b muß daher ihre Länge = 2 b + a und a in gewöhnlichen Fällen wenigſtens = 3″ werden. Bisweilen bildet man Hängplatten aus Rolllagen von Breitziegeln mit abgeſchlagenen Naſen.

§. 37.

Pflaſterziegel.

Pflaſterziegel — Flurziegel — Fli ßen — Boden=, Fußſteine — Flurbacken — Platten — Plamutzen (in Holland) zu Fußbodenbeläg⸗ⁿ. Sie werden gewöhnlich 2 bis 2½″ dick gemacht, meiſt geviert 12 bis 18″ in jeder Seite lang, auch 3=, 6=, 8= und mehreckig, um verſchiedene regelmäßigkünſtliche Fugengeſtaltungen zu erzeugen, mit Auswahl verſchiedener Farben. Uebrigens gebraucht man zu ſolchen Belägen auch die gemeinen Mauerziegel: platt — breit — auf die breite Seite — gelegt, als Decklage; oder hoch — auf die hohe Kante — den hohen Weg — geſtellt, als Rolllage oder in manchfaltig möglichem Fugenwechſel und Verbande. M. ſ. Fig. 22. bis 33. Fig. 30. iſt der Aehren=, Fig. 27. der Schlangenverband mit gewöhnlichen Backſteinen.

Hierzu gehören die Terraſſenziegel für Terraſſen, Malztennen, Feuerherde und andere gut zu fugende Platzbeläge, wovon Schönauer ſehr ausführlich handelt. Fig. 38. ſtellt die Anſicht eines Mittelziegels eines Platzes dar, der auf zwei Seiten von oben, auf zwei Seiten von unten gefalzt iſt. Bei den Ortziegeln ſind die an die Wand ſtoßenden Seiten ohne Falz, und zwar haben in Fig. 35. die Eckziegel a zwei, die Wandziegel b aber nur eine anſtoßende ſtumpfe Seite. Wird wie in Fig. 35. gefugt, ſo ſind halbe Wandſteine c erforderlich, nach Fig. 34. nicht. Der Fugenquerſchnitt nach Fig. 36. zeigt, daß der obere und untere Falz, zuſammen genommen, um die Fugendicke weniger betragen müſſen, als die Ziegelhöhe. Es kann die Falzdicke 1″, die Fugendicke ¼″, alſo die Steindicke 2¼″ betragen. Für ſolche 8″ ins Gevierte gefugte Terraſſenziegel ſagt Schönauer: „Man bedarf hierzu nur zweier Modelle von Holz, eines mit 8½″, das andere von „9½″ ins □, beide 2½ Zoll tief (wegen des Schwindens etwas größer, als der Ziegel nach dem Brande).
„Die Eck= und Ortziegel werden aus erſterem, die Mittelziegel aus dem einen verfertigt, die halben haben einen „eigenen Form, der die Hälfte der Ortziegeln beträgt. Alle dieſe Ziegel werden gleich den ordinären Mauerziegeln, jedoch von der feinſten Gattung Thon, geſchlagen, und auf mit Schrägen unterlegte Bretter im Ziegel„ſtadel geſtürzt. Wenn ſie etwas Weniges angezogen haben, wird eine kleine Maſchine (Regel) an ſelbe ange„legt, wie Fig. 37. weiſet, und die Fälze an ihren gehörigen Plätzen mit einem dünnen, öfter zu benetzenden „Meſſer hineingeſchnitten. Die Falzwinkel ſind mit Eiſen eingelegt, damit ſie nicht ſchnell ausgewetzt werden, „und die Fälze ſich gleich bleiben.“

Hieher rechnet man auch die Deckziegel auf Befriedigungsmauern um Höfe, Gärten, Kirchhöfe ꝛc., bis 24″ breit, 12″ lang, an den Rändern mit eingezogenen Rinnen, um das Waſſer von den Fugen abzuleiten. Gut iſt es, ſie nach Fig. 39. a ſattelförmig auch oben abgerundet, (ſ. Fig. 39. b), oder nach Fig. 40. einhängig abſchüſſig zu bilden, unten bei b, b mit Traufrinnen.

§. 38.

Dachziegel.

Die Dachziegel — Dachſteine, =Schindeln — ſind eben oder gekrümmt. Erſtere bilden Flachwerke, letztere Hohlwerke. Die ebenen Dachſteine heißen:

Breitziegel — Tafel=, Platt=, Taſchen=, Haaken=, Flach=, Flachwerkziegel — glatte, breite, ſchlichte Ziegel — Platten — Ochſen=, Kuhmäuler — Bieberſchwänze — Zungenſteine ꝛc.

Sie ſollen ſo dünn ſein, als es die Güte des Thones und Bearbeitungskunſt geſtatten, wo möglich nur ½″, höchſtens ¾″ dick, ſo breit, daß ſie ſich nur nicht beim Trocknen zum Nachtheil verkrümmen, und ſo lang, daß ſie bei der ſogenannten doppelten Eindeckung den dritten Ziegel noch wenigſtens 3″, beſſer 3½″ überdecken. In Paris, wo man zwei Sorten Plattziegel zu 11½″ Länge, 8½″ Breite, 7‴ Dicke; dann 9½″ Länge, 6¾″ Breite, 6‴ Dicke hat, beträgt die Weite der Lattung ⅓ der Ziegellänge. Die Ueberdeckung des dritten Ziegels — das dort ſogenannte pureau — beträgt alſo ⅓ der ganzen (kleinern) Ziegellänge. Jeder Breitziegel erhält oben in der Mitte einen Anſatz — die Naſe — den Haaken — den Knoten (k Fig. 42.), wodurch er auf die Lattenoberkante aufgehangen wird. Sonſt erhielten dieſe Ziegel, nach Fig. 41., oben zwei Löcher zum Aufnageln, wie noch jetzt hie und da in Frankreich. So können ſie auf eine volle Dacheinſchaalung befeſtigt und ſogar als ſogenannte Blendſteine zur ſchützenden Bekleidung der äußern Wandflächen, wie es mit dem Thonſchiefer und in holzreichen Gegenden mit Holzſchindeln

geſchieht, angewendet werden, faſt ausſchließlich aber nur auf der Wetterſeite. Die Nägel ſind dabei gegen Roſt durch Theer, Oel, Firniß ꝛc. zu ſchützen. Unten werden die Breitziegel abgerundet, die Zungen und Biberſchwänze im Halbkreiſe, die Ochſen-, Kühmäuler, Taſchenziegel nach einem Stichbogen, flachen oder gedrückten Bogen, oder ſie werden winkelrecht abgeſchnitten oder ſie gehen in einer ſtumpfwinklichen Kante aus. M. ſ. Fig. 41, 42, 43, 44 a, b, c, d. Dieſe Winkel w an den Stoßfugen geben nur Gelegenheit zum Einſitzen des Schnee's und Waſſers. Rinnen r, r, Fig. 43, die beim Streichen mit den Fingern auf der Ziegeloberfläche leicht eingeſtrichen werden, leiten das Waſſer ſeitwärts, von der darunter liegenden Fuge des folgenden Steines ab, auf die Mitte der 2 folgenden Steine. Wenn aber, wie oft, dieſe Rinnen nicht gut ausgeſtrichen werden, ſondern Ränder behalten, ſo bleibt im Gegentheil Waſſer darin, zum Nachtheil des Steines, ſteben. Ich halte es, der beſſern Abtropfung wegen, für gut, wie Fig. 45 zeigt, ſie am untern Rande abwärts nach der Linie ab abgeſchrägt zu formen. Auch ſchließen unten bei b die obern Steine waſſerdichter auf den untern, wenn ſie der Länge nach — nach den punktirten Linien ma, nb etwas aufwärts gebogen ſind, ſo, daß ſie ein wenig hohl aufliegen. Von Steinen, die unten nicht ſchließen, ſondern im Gegentheile eine offene, lichte Klufft bilden, ſagt man: ſie klaffen. Das Klaffen iſt aber beſonders nachtheilig, indem dabei Winde und Stürme das ablaufende oder abtropfende Waſſer und Schneegeſtöber rückwärts zwiſchen die nicht ſchließenden Ziegel, dann durch die Fugen ins Innere des Daches führen. Setzt man die Weite der Lattung = w, ſo muß die Ziegellänge $= 2\,w + 3\frac{1}{2}''$ werden, $= 15\frac{1}{2}''$ für $w = 6''$.

§. 39.

Lattungweite. Ziegelberechnung.

Jede Ziegelreihe auf einer Latte heißt eine Schaar, die oberſte Firſtſchaar, die unterſte Traufſchaar. Von jeder Schaar und darin von jedem Ziegel ſteht nur der untere Theil unter der obern Bedeckung vor. Die Länge dieſes Vorſtandes — den die Franzoſen pureau nennen — iſt gleich der Lattungweite. Er iſt es, der die Größe der Deckung jedes Ziegels beſtimmt. Die Berechnung des Ziegelbedarfs für eine gegebene Dachfläche wird erleichtert, wenn die Ziegelbreite ſowohl als die Lattungweite bequeme Brüche von einem Schuhe = 12″ ſind. Im Untermainkreiſe lattet man für die meiſt 6″ breiten Ziegel 6″ weit; alſo beträgt der Vorſtand 36□″ = $\frac{1}{4}$□′ oder 4 Ziegeldecken 1□′. Aber dieſe große Schmalheit erzeugt viele Fugen. Man ſuche eine Breite von 8″ zu erreichen, die an einigen Orten bis auf 10″ gebracht wird. Bei 6″ weiter Lattung deckt ein 8″ breiter Ziegel $\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2} = \frac{1}{3}$□′; ein 9″ breiter $\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2} = \frac{3}{8}$□′; ein

$$\frac{n''}{12}\text{ breiter }\frac{n}{12}\cdot\frac{1}{2} = \frac{1}{24}\cdot n\square'.$$

Es wird demnach die Zollanzahl der Breite mit 24 getheilt, um die Deckfläche in Geviertſchuhen zu erhalten. Bei einer Lattungweite von

$$\frac{m''}{12}$$

wird die Deckfläche

$$= \frac{m.n}{144}$$

Die Ortgänge ſind die Seitenenden der Dachflächen an geraden Giebeln oder längs den Walmgraden herab. An den geraden Ortgängen ſind wegen des nöthigen Verbandes der Eindeckung halbe Breitziegel a Fig. 47 nöthig, die ihre Naſe ebenfalls in der Breitenmitte erhalten. Man nennt ſie in München Schnittlinge. Für die ſchrägen Walmgradortgänge müſſen aber die nach der Gradrichtung abgeſchnittenen Ziegeltheile mit dem Hammer zugerichtet und durch Einmauerung der Gradhohlziegel, wenn ſie die Naſe verlieren, feſtgehalten, am beſten ſelbſt mit eingemauert werden.

Da die einfache Firſtſchaar bis zur zweiten untern Schaar, die Traufſchaar aber bis zur zweiten obern Schaar ungeſchirmte Fugen erhalten würde, ſo werden dieſe beiden Schaaren eben ſo, wie die erſte Schaar unter einer Dachfenſterſohlbank ꝛc. ꝛc. doppelt im Verbande auf eine Latte gelegt. M. ſ. Fig. 46 bei n und m. Es iſt aber nicht nöthig zur Verdopplung Ziegel von der Länge $2\,w + 3\frac{1}{2}''$ zu nehmen. Es genügt die Länge

$= (w + 3\frac{1}{2})''$, alſo für $w = 6''$ eine Länge von $9\frac{1}{2}''$. An einigen Orten, wo dieſe Kurzziegel gebraucht werden, nennt man ſie Zungen — Zungenziegel — Kuhmäuler — Schaufeln (in Baireuth ꝛc.). Sie können immer unten rund oder ſtumpfzugeſpitzt geformt werden.

§. 40.

Geviertziegel.

Zu den platten Ziegeln gehören die Geviertziegel Fig. 49, etwa 12″ in jeder der 4 Seiten lang, mit der Naſe a b Fig. 48 an einem Ecke ſo, daß die Ziegel übereck auf den Latten hängen und ſich in Richtungen unter 45° einander einige Zolle breit überdecken. Einige bilden dieſe Ziegel ſechseckig, nach Fig. 48. Solche ſoll Helfenzrieder zuerſt (Beitr. z. bürg. Bauk.) vorgeſchlagen haben. M. ſ. Mittheil. v. Hrn. Schaubach im Münchner Kunſt- und Gew. Bl. 1819. Nr. 15. Weitläufig lehrt Schönauer (a. a. O.) die Eindeckung und Ausbeſſerung mit ſolchen Ziegeln.

Um die Dachkehlen mit Plattziegeln gerundeter herausdecken zu können, formt man ſie hierzu ſchmäler. Außer dieſen Kehlziegeln erwähne ich unter den Platten noch: die Kreisdachziegel, die für Kuppel-, Hauben-, Kegeldächer ꝛc. trapezförmig gebildet ſind, aber dem Zwecke nur höchſt unvollkommen entſprechen können, zudem für jede Schaar eine andere Richtung ihrer Seitenflächen haben müſſen; ferner die Kapp-, Kaffziegel. Es ſind dieſes Platten von dreifacher Breite der übrigen, oben mit 2 Naſen, außen mit einer halbkegelförmigen, unten halbkreisförmig oder plattrund geöffneten Auswölbung zum Einfall des Lichtes. M. ſ. Fig. 50. Dieſe Kappziegel ſind nur ein ſchlechter Nothbehelf bei geringen Gebäuden.

§. 41.

Krummhohlziegel (in Frankreich).

Die Krummziegel ſind einfach in Geſtalt eines (lateiniſchen) C oder doppelt in Geſtalt eines S gekrümmt. Die erſtern ſind:

Hohlziegel — einfache Schlußziegel — Rinnenziegel Fig. 51. Die Querſchnitte ſind keine vollen Halbkreiſe ſondern Kreisbögen von 150°, deren Durchmeſſer von einem Ende zum andern immer kleiner wird ſo, daß ſich der Kanal dahin verjüngt. Im mittäglichen Frankreich werden dieſe Ziegel auf (mit Brettern) eingeſchalte oder auf eben gemauerte Dachflächen gelegt, deren Höhe bei einhängigen Dächern $\frac{2}{5}$, wenigſtens nicht über $\frac{1}{2}$ der Tiefe, alſo bei Satteldächern $\frac{1}{5}$ höchſtens $\frac{1}{4}$ der Gebäudetiefe — Dachweite — beträgt, weil die untere Steine, in Lion „chanées" genannt, welche nach der Dachhöhe dadurch fortlaufende Rinnen ab Fig. 54 bilden, daß ſie 2″ weit über einander, der obere in den untern, geſchoben ſind, ohne Naſen mit ihrem runden Rücken nur aufliegen. Die unterſten (Fuß-) Ziegel in der Trauffſchaar werden mit ihrer untern Fläche ganz in Speiſe feſtgelegt; die obern werden zur Seite rechts und links nur durch untergelegte Steinchen — Ziegelbrocken ꝛc. — feſtgelegt. Man macht dort dieſe Ziegel 15″ par. lang, am breiten Ende $7\frac{1}{2}''$, am ſchmalen $5''\ 7\frac{1}{2}'''$ weit. Der Zwiſchenraum zweier untern Ziegel wird bei dieſer Eindeckung da, wo ſie am breiteſten ſind, zu $1\frac{1}{2}''$ angenommen. Die offenen Ränder dieſer Kanäle werden dann durch eben ſolche Ziegel in umgekehrter Lage bedeckt und dabei in Mörtel gelegt. Dieſe obern Deckziegel in den Reihen c d Fig. 54 nennen die Lioner „chapeaux". M. ſ. noch Fig. 60, 61a, 61b.

§. 42.

Hohlziegel (erſter Art). Rinnenziegel (in Teutſchland).

In Teutſchland kommen die Rinnenziegel immer mehr außer Gewohnheit. Sie werden an Naſen ſo aufgehangen, daß ſie neben einander vom Firſt herab bis zur Traufe Rinnen bilden, indem immer das ſchmälere Ende des obern Steins in den breitern obern Theil des untern Steins einige Zolle breit zu liegen kommt. Um dieſen überdeckenden Theil iſt die Lattungweite geringer als die Ziegellänge. Er wird eingeſpeist. Die Ränder von je zweien Rinnenziegeln und ihren Reihen vom Forſt herab bis zur Traufe werden z. E. in den Maingegenden, im Würzburg'ſchen durch eine Kalkleiſte verwahrt. M. ſ. Fig. 62. An andern Orten, wie in München, werden darauf umgekehrt Schlußziegel in Kalk aufgelegt. Man nennt dann die untern nach oben hohlen Ziegel Nonnen — Haaken, die obern nach unten hohlen dagegen Mönche — Preiſſe. Die Preiſſe bekommen eben-

falls Haaken ſo weit vom obern Rande, daß ſich dagegen der untere Rand des folgenden obern Ziegels ſtemmen kann. In München wird der in den andern paſſende Theil der Ueberdeckung halsförmig abgeſetzt, wodurch ein Anſtemmen des obern Theils auf den Rand des untern ſtattfindet. Dieſe Haaken und Preiſſe ſind abgebildet in Fig. 63. Eine (baj.) Geviertklaffter ſolcher Dachung wiegt 5 ½ Ztr. (baj.) mit dem Verſtrichmörtel.

§. 43.

Firſt-, Grad-, Kehlziegel.

Dieſe einfachen Hohlziegel dienen übrigens: als Firſtziegel, zum Eindecken der Firſte. M. ſ. Fig. 64 und 65. Sie werden etwa 15 — 16″ lang, 6 ½″ breit gemacht, 3″ bis 4″ tief in einander geſchoben, in Mörtel gelegt, bisweilen, wenigſtens einige, mit dem Firſtnagel aufgenagelt, weßhalb ſie 2″ vom bedeckten, ſchmalen Ende ab ein Nagelloch bekommen. Die Naſen ſind hier überflüſſig. In Paris werden die Firſtziegel ſehr unzweckmäßig gleich weit — halbwalzförmig — gemacht, wobei ſie einander nicht überdecken können, ſondern nur ſtumpf an einander ſtoßen und durch ein Kalk- oder Gipsband einigermaßen verwahrt werden. Man macht ſie dort 14″ lang, 9″ weit. Die Walm-, Gradziegel unterſcheiden ſich nicht vom Firſtziegel und werden durch Walmnägel auf den Grad befeſtigt, übrigens in Speiſe gelegt, bekommen aber meiſt einen Haaken oben unter dem obern Rande in der Entfernung der Ueberdeckung, wogegen der untere Rand des folgenden, obern Ziegels ſich ſtemmt. M. ſ. Fig. 65. Als Kehlziegel zu Kehlrinnen dienen eben ſolche Hohlziegel mit Naſen; nur werden ſie breiter, etwa 12″ breit, gemacht. Sie kommen ſo zu liegen, wie die Nonnen — chanées — in Fig. 54.

§. 44.

Hohlziegel (zweiter Art). Doppeltgekrümmte Dachziegel.

Die zweite Art von Krummziegeln bilden:

Die doppelten Hohlziegel — doppelten Schlußziegel — Dachpfannen — Fittigziegel — Falz-, Paß-, Eßziegel — flamändiſchen Ziegel — in Flandern, Holland und vielen Orten Teutſchlands gewöhnlich. M. ſ. Fig. 56, 57, 59, 66, 67, 68. Sind ſie in der Mitte ganz flach — nicht eßförmig, wie Fig. 66, 67, ſo nennt man ſie auch Krampziegel oder Breitziegel. aa Fig. 66 iſt die Schluß- und bb die Waſſerkrampe. Die Krampen werden oft zur Dichtung in Speiſe gelegt. Man macht die Falzziegel 16″ lang, bis 9 ½″ breit und überdeckt ſie 3 — 4″.

§. 45.

Römiſche Ziegel.

Die römiſchen Ziegel ſind die älteſten, beſten, noch jetzt in Italien, insbeſondere in Rom in Gebrauch, wo ihre Abmeſſungen auf einer Marmortafel auf dem Kapitole feſtgeſetzt ſind. M. ſ. Fig. 51, 52, 53, 58. Die Römer legen in Speiſe zuerſt die „pianelle" genannten platten Ziegel von 11 ½″ (par.) Länge, 5″ 10‴ Breite, 1″ 1‴ Dicke. Dieſe reichen daher von Sparren zu Sparren, die 12″ von Mitte zu Mitte aus einander ſtehen. Auf dieſe Plattenunterlage kommen die Reihen der platten Bortziegel Fig. 58, oben weiter als unten, einander (3″ lang in einander geſteckt) überdeckend. Will man ſehr dichten, ſo wird dieſe Ueberdeckung in Speiſe gelegt. Dieſe Bortziegel — tegole in Italien — tegulae hamatae der alten Römer — bilden vom Firſt bis zur Traufe Rinnen ab, ab Fig. 52, an der breiteſten Stelle der Ziegel etwa 1″ von einander entfernt. Dieſe Zwiſchenräume und Ränder werden durch Hohlziegel Fig. 51, dann cd Fig. 52 — Canali der Italier — tegulae imbricatae oder imbrices der Römer — überdeckt. Die Länge der Tegole und Canali iſt 15 ¾″ (par.); die größeſte Breite der Tegole 12 ⅓″, die kleinſte 9 ¼″. Die Ränder ſind 11″ hoch, 10″ dick, wie überhaupt der Ziegel. Die größeſte Breite der Kanali iſt 8″ 11‴, die kleinſte 6″ 6‴, die Dicke 8 ½‴. Am alten Templum Honoris et Virtutis, j. Skt. Urbinkirche, haben die Siegel der Ziegel den Namen der Kaiſerin Faustina, Antonin's Gemahlin. Dieſe ſind alſo über 1,600 Jahre alt, nur etwas größer als eben angegeben wurde. In den Bädern des Caracalla maas Rondelet über 2′ lange, 20″ breite ſolche Ziegel.

§. 46.

Abtrittsröhren von Thon.

Von den außergewöhnlichen Erzeugniſſen aus Thon, als Baugegenſtänden, erwähne ich folgende:

Abtrittsröhren. Jedes Rohrſtück wird (ſ. Fig. 69) nach unten ſo verjüngt, daß das obere in das untere einige Zolle tief eingeſchoben werden kann. Sie werden innen gut glaſirt, dadurch ſo glatt, daß darin ſich nie Unrath anhängt, wodurch ſie vorzüglich brauchbar werden. Man kann ſie in einander kitten. Häufig verfertigt man ſie in den Krugbäckereien zu Römershag bei Brückenau ꝛc. Gut iſt's, bei a a Ränder anzubringen, womit die obern auf den untern aufſitzen.

§. 47.

Thönerne Brunnenröhren.

Sie müſſen möglichſt dicht ſein und werden daher am beſten gepreßt. Gewöhnlich wird der Formthon zuerſt in Platten geſchlagen, aus denen man über Holzkernen Röhren formt, wobei die Seitenenden der Thonplatten bloß durch die Hände vereinigt werden. In Fig. 70 iſt eine von Aug. Nowotni in Prag angegebene Preßmaſchine dargeſtellt. Der Raum a b c d dient zur Aufnahme des für eine Röhre von beſtimmter Länge hinlänglichen Formthons. Darin liegt die ſchmiedeiſerne Vorrichtung (Seele) zur Bildung der Röhre auf einer Hervorragung. Sie iſt in Fig. 71 in größerem Maaßſtabe gezeichnet. Der Durchmeſſer des linſenförmigen Theils h iſt dem innern Röhrendurchmeſſer, der innere Durchmeſſer des Ringes e e e dem äußern Röhrendurchmeſſer, der äußere Ringdurchmeſſer dem innern Durchmeſſer der Kammer a b c d gleich. Beim Einſchlagen des Thones in die Kammer ſind Lufträume zu meiden. Beim Niederpreſſen des Klotzes k wird der Thon zuſammen und in Geſtalt einer Röhre zur Seele hinausgepreßt. Die ausgepreßte Röhre wird mittelſt eines Drahtes abgeſchnitten, an der Luft getrocknet, über hölzernen Kernen geglättet, mit Anſtößen oder Faſſungshülſen verſehen, glaſirt und gebrannt.

Nach Sam. Bugshau wird der Thon über den Kernformen durch 2 halbe hohle Zilinder von Gußeißen zuſammengepreßt, wodurch die überflüſſig aufgeſtrichene Thonmaſſe verdrängt wird. Es iſt leicht, allerhand Formen anzugeben, in denen der Thon zuſammengepreßt oder auch geſchlagen — geſtampft — werden kann.

Auch offene Kandel- oder Rinnenſteine für Keller, Küchen, Molkenkammern, Malztennen ꝛc., längs den Häuſern, ſelbſt Viehbahren (wie im Rottthale im Iſarkreiſe, zu 3′ lang) ꝛc. ꝛc. hat man aus Thon geformt und gebrannt. Die Feilner'ſche Fabrik in Berlin liefert daraus ſehr geſchmackvolle Badwannen, Zuckerformen und Ziegel zum eigenen Gebrauche.

§. 48.

Formſteine.

Künſtliche Steinmaſſe — Formſteine — zu allen Baugliedern mit ihren Verzierungen, Basreliefs, Tragſteine mit Zierden, Vaſen, Schalen, Figuren, Kandelabern, Kapitälen, Simswerken aller Art. Eine ſolche Fabrik, die Coade in Lambeth bei London anlegte, hieß Lithodipira. Früher (nach Stieglitz ſchon vor 1796) beſtand eine ähnliche in Weimar. v. Wiebeking ſagt, daß die großen Kunſtſteine des Engländers Macarty aus gutem Thone, Töpfer- und andern Scherben und kalzinirtem Hornſteine (?) beſtänden, welches alles fein gemahlen und mit feinem Sande vermengt, mit Waſſer geknetet, in Formen geworfen und 4 Tage und Nächte lang durch heftiges Steinkohlenfeuer gebrannt werde.

Seit einer Reihe von Jahren werden ſolche Gegenſtände in der berühmten Feilner'ſchen Fabrik in Berlin aus Thonmaſſe mit Beifall verfertigt und dadurch die Sandſteine wohlfeil erſetzt. Dieſe Gegenſtände leiden nicht von der Witterung, ſtehen in Froſt und Näſſe, wie ſolche Verzierungen an vielen großen Gebäuden Berlins beweiſen. So ſind die Zierdetheile der allgemeinen Bauſchule, gleich denen der neuen gothiſchen Kirche auf dem Werder'ſchen Markte, von gebranntem Thone. Durch das ſaubere Aeußere dieſer Kirche gewann man Geſchmack an Gebäudeanſichten aus Backſteinen ohne Abputz. Ein ſolches Aeußere haben ſowohl die Bauſchule als auch das Gebäude für die Dampfmaſchine, welche den Springbrunnen im Luſt- (Muſeums-) Garten 60′ hoch treibt. So iſt in München die Pinakothek außen mit (ſehr guten, beſonders dazu gebrannten) Backſteinen

(ohne Abputz) bekleidet. Das Eigengewicht der Berliner Steinmaſſe von außerordentlicher Nettigkeit, Härte, Feſtigkeit und Dauer gibt Accum zu 2,125 an. Nachrichten ſ. Verhandl. d. Vereins z. Beſ. d. Gewerbfleiß. i. Pr. 1824 S. 20; 1828 S. 93.

§. 49.

Thonſchlämmereien. Thonzubereitungsmaſchine.

Zu ſolchen Bauzierdetheilen muß der Thon geſchlämmt werden. Hr. Feilner bedient ſich dabei eines muldenartigen Troges aus Gußeiſen, worin eine wagrechte Welle mit Daumen ſich bewegt, um den Thon mit Waſſer zu mengen. Die Daumen ſtehen 3 — 4″ vom Troge ab, damit dort eine Thonkruſte ſtehen bleibe, in der alle Steinchen, Kalkmegelknollen u. ſ. w. ſich eindrücken und ſtecken bleiben. Nach der Durcharbeitung, wenn die Thonbrühe ſo zähe geworden iſt, daß die Tropfen nicht mehr von der Fingerſpitze abfallen, wird ſie durch ein untergeſtelltes Sieb abgelaſſen — abgezapft, und durch das Rinnenwerk in die Thonbehälter gelaſſen. Nach Maasgabe, als die geſchlämmte Thonmaſſe abfließt, wird wieder friſches Waſſer in den Trog zugelaſſen. Die Thonbehälter ſind über Erde aus Bohlen zuſammengefügt, unter Erde aber gemauert. Die Sohle beſteht aus verglasten Ziegeln, die auf ebenen, mit Sand beſchütteten Boden gelegt und deren Fugen mit Thon verſchmiert werden. Mit demſelben werden auch die gemauerten Seitenwände berappt. Am Ende des Gerinnes liegt ein anderes Sieb zum Abhalten der Unreinigkeiten. Von hier wird das Waſſer, das zunächſt an der Einflußrinne den meiſten Sand, immer weiter davon immer weniger deſſelben enthält, durch Zapfenlöcher an verſchiedenen Stellen wieder in andere Thongefäße abgelaſſen. Dieſe Behälter, 400 bis 2,000w′ enthaltend, erhalten füglich ein bewegliches Bretterdach. Zur Beſchleunigung der Abtrocknung in feuchter Witterung iſt ein beſonderer Trocknungsofen im Gange.

Der geſchlämmte Thon wird hierauf mit dem Zwei- bis Dreifachen ſeines Gewichtes Zäment — gemahlenem, zerſtampftem, geſiebtem Pulver aus Klinkern, Kachelofen-, Topfſcherben ꝛc. — vermiſcht und damit tüchtig zuſammen gearbeitet. Hierzu dient die engliſche Thonmaſchine, durch deren Meſſer der Thon zerſchnitten, gemengt, gepreßt wird. Der dabei unten ausgepreßte Thon wird, in Ballen durch Draht zerſchnitten, wiederholt aufgegeben und durcharbeitet. Man bringt ſie in feuchte Kellerräume und läßt ſie da, ehe ſie verarbeitet werden, eine Zeit lang liegen. Das Formen der Stücke geſchieht in Gips- und gebrannten Thonformen, das Brennen in liegenden ſogenannten Etagenöfen — 2, meiſtens 3 mal über einander angebrachten, länglichviereckigen Oefen, deren jeder ſeine eigenen Feuerungen hat; auch in runden, den engliſchen und franzöſiſchen Steingutöfen ähnlich.

Die vorhin genannte Thonmaſchine iſt in Fig. 72 im Grundriſſe, in Fig. 73 im Durchſchnitte abgebildet und von Schubarth (Techn. Chem.) alſo beſchrieben: „Die Maſchine beſteht aus einem gußeiſernen (oder hölzernen) koniſchen Gefäße von 4 1/6′ Höhe, 2 1/2′ oberm, 2′ unterm Durchmeſſer, mit einer ſeitlichen, quadratiſchen Oeffnung am Boden von 6″ ins Gevierte. In dieſem ſtehenden Behälter iſt eine eiſerne Welle angebracht, mit 10 eiſernen Meſſern, die in ungleichen, nach unten zu abnehmenden Entfernungen von einander befeſtigt und unter beſtimmten Winkeln *) geſtellt ſind, welche ſich nach dem Zwecke, den man zu erreichen beabſichtigt, richten. Die Abſtände, von unten nach oben gezählt, ſind folgende: 1 von 2 iſt 3 1/4″; 2 von 3 iſt 3 3/8″; 3 von 4 iſt 3 1/2″; 4 von 5 iſt 3 5/8″; 5 von 6 iſt 3 3/4″; 6 von 7 iſt 3 7/8″; 7 von 8 iſt 4″; 8 von 9 iſt 4 1/4″. Vom Boden des Behälters bis zur Achſe des unterſten Meſſers iſt 10″. Die Stellung der Meſſer gegen einander iſt eine ſolche, daß dadurch eine Schneckenlinie, eine Schraube ohne Ende, gebildet wird. Es ſtehen mehre ſolche Maſchinen um ein Kammrad herum, welches in die an den ſtehenden Wellen befeſtigten Räder eingreift, die ihrerſeits einzeln ausgerückt werden können. Der oben eingeſchüttete Thon wird nun nicht allein zerſchnitten, ſondern auch gehörig gemengt, zugleich durch die Flächen der unter beſtimmten Winkeln (20 — 25°) gegen die horizontale geneigten Meſſer gedrückt, von oben nach unten gepreßt und zur Oeffnung am Boden herausgeſchoben.“

Charmotte-Steine — feuerfeſte Steine — Porzellanſteine. Sie werden, als vollkommen feuerfeſt, beſonders zum Ausfüttern der Brennöfen aller Art gebraucht. Der Thon wird mit Pulver aus Steingut-

*) Accum ſagt: dieſe Meſſer ſeien 5″ breit und ihre Schneiden ſeien unter einem Winkel von 20° geſtellt.

kapſelſcherben und andern Trümmern ſehr hart gebrannter Thonwaare gemengt. Nur verglaste Kapſeln geben kein gut bindendes Zäment. In Berlin werden ſie nicht allein in der Porzellanfabrik ſondern auch in der Fabrik des Hrn. Albrecht gefertigt und bei dieſem in einem runden, von Schubarth abgebildeten Etagenofen gebrannt.

§. 50.
Thonöfen.

Die thönernen Oefen der Feilner'ſchen Fabrik in Berlin ſind durch die innere, zweckmäßige Bauart, beſonders durch ihre äußern ſchönen Formen, in bunten Farben verziert, längſt höchſt vortheilhaft bekannt und berühmt. In München hat man die ſogenannten Straßburger niedrigen, mit einer Marmorplatte oben belegten Oefen aus weiß, grün, braun ꝛc. glaſirten kleinen Kacheln. Die anderwärts noch gewöhnlichen hohen Aufſätze auf dem Feuerkaſten fallen dabei eben ſo ſchön als zweckmäßig hinweg und man benutzt dabei die Wärme der abſtrömenden Dämpfe durch Rauchröhren aus gewalztem Eiſenbleche. Von den zweckmäßigen und gefälligen Oefen mit Verzierungen in bunten Farben, welche die Feilner'ſche Fabrik liefert, ſ. Verhandl. d. Vereins z. Beförderung d. Gewerbfleiß. i. Preuß. 1823 S. 105; 1826 S. 142.

§. 51.
Gewinnung des Ziegelthones.

Gewöhnlich gräbt man den Ziegelthon im Herbſte. Die obern Lager werden etwa 3 — 4′ tief abgeräumt, wenn ſie, wie gewöhnlich, unrein ſind. Lagerungskennzeichen geben: natürliche Entblöſungen an Hügeln, Hohlwegen, Gräben, Flußbetten, Keller-, Brunnen- und andern Grabungen, ſonſt Schurfe, der Erdbohrer ꝛc., aber auch ſtehendes Waſſer, einige Pflanzen: Huflattig — tussilago farfara; Gänſerig — potentilla anserina; Bauernſenf — thlaspi campestris; Tauſendgüldenkraut — gentiana centaureum etc.

Gewinnt man den Thon in offenen Gruben, ſo wird er gewöhnlich ſtuffenweiſe von 2 — 2′ in Gräben ausgeſtochen, ab- und in ſchmalen Haufen aufgefahren. Im urbaren Boden werden die geöffneten Gräben rückwärts durch den groben Abraum wieder zugeſtürzt, dann mit der abgeräumten Dammerde wieder überzogen und urbar gemacht. In Wieſengründen kann man die entblößte Sohle geradezu der Wiederberaſung überlaſſen, wenn ſie noch wachsbare Tiefe und Miſchung hat und gegen Ueberſchwemmungen noch hoch genug liegt.

Hie und da wird der Thon unterirdiſch — bergmänniſch — gewonnen, gewöhnlich mit Pfeilern abgebaut und durch Stollen oder Schächte zu Tage gefördert. So zu Hilsbach in der Pfalz, bei Moosbach, zu Gentilly bei Paris ꝛc. Aus der Iſſe und andern niederländiſchen Flüſſen zieht man durch Baggernetze — mit Ketſchern — den Schlamm aus und brennt daraus vortreffliche Ziegel. Die Steine, die man bei Gouda etc. aus dem Iſſelſchlamme brennt, ſind gelb; diejenigen, die aus der Erde außerhalb den Iſſeldämmen verfertigt werden, roth. Die Netze ſind Sacknetze an einem ſchneidenden, eiſernen Ringe, die an langen Stangen befeſtigt ſind. Nach Herodot (III.) fiſchten eben ſo die Aegipter den Thon aus dem See Möris. Nach einer alten Sage war die Stadt Camarina, an der mittäglichen Küſte Siziliens, aus dem Thone erbaut, den der Fluß Hipparis mit ſich führte und in das camarin'ſche Moor brachte. Der gegrabene Thon ſoll nach ſeiner Güte und Brauchbarkeit geſondert werden: die ſchlechteſte Sorte liegt oben, die beſte unten. Grobe, ſchädliche Theile werden dabei ſogleich möglichſt ausgeworfen. Die ſicherſte Prüfung der Ziegelerde geſchieht durch Brennen eines Probeſteins in einem Ziegelofen.

§. 52.
Zubereitung.

Durch die nun folgende Bearbeitung — Zubereitung — des Ziegelthones ſoll derſelbe von allen ſchädlichen (gröbern) Stoffen gereinigt, nach Erfordern mit Sand oder anderm Thone gemengt und unter ſtetem Aufſchluſſe in Waſſer zu einer möglichſt gleichförmigen, bindenden Maſſe gebracht werden. Alſo iſt die Bearbeitung von den Umſtänden — der beſondern Thonbeſchaffenheit und Anforderung mehrer oder geringerer Güte der Waare — abhängig. Durch mehre Bearbeitung kann der Thon um $1/20$ verdichtet werden und ſeine Feſtig-

keit faſt auf das Doppelte gebracht, ob übrigens gleich letztere vorzüglich von der Thonbeſchaffenheit, vom Brennen ꝛc. abhängt.

Leichtflüſſige Schwefelkieſe, die oft im Ziegelthone enthalten ſind, blähen ſich im Feuer auf, wodurch die Ziegel oft ſchon während des Brennens zerberſten. Wenigſtens verkrümmen ſie ſich dabei. Da ſie (die Schwefelkieſe) dennoch im Feuer nicht ganz zerſtört werden, ſo bedingen ſie, Feuchtigkeit anziehend, Salzauswitterung und dadurch allmälige Verwitterung. Nur in dieſem Falle iſt es nöthig, die ausgegrabene Erde auswittern — ſich *mauken* — zu laſſen. Froſt und Wetter ſchließen das Innere des Thons auf, machen ihn zäh; die Frühlingswaſſer waſchen die Säure des verwitternden Schwefelkieſes aus. Wenn ſich aber ein Theil derſelben mit der Kalkerde zu Gips verbindet, ſo iſt dieſer doch unſchädlicher als der kohlenſaure Kalk, durch den die Ziegel in der Feuchtigkeit zerfallen. Dabei können auch Pflanzentheile verwittern, die jedoch im Feuer ohnedieß zerſtört werden. Man ſtürzt den Thon im Freien in ſchmalen 2 — 3′ hohen, langen Haufen von Mittagmorgen nach Mitternachtabend auf, durch Zwiſchengänge und Platz zum öftern Umſtechen unterbrochen. Dabei wird der Lehm vorläufig von den gröbern Unreinigkeiten möglichſt befreit.

§. 53.

Einſumpfen des Thones.

Der gegrabene — oder wenn er Schwefelkies enthält, wenigſtens einen Winter hindurch ausgemaukte — Thon kommt nun in die *Thonſümpfe*. Es ſind dieſes waſſerhaltende, meiſt 12′ lange, 6′ breite, 4′ tiefe Gruben, nach Erfordern mehre in einer Reihe (allenfalls unter einem Schrägdache). Dieſe Gruben werden mit Klinkern in hidrauliſchem Mörtel gemauert und ſo gepflaſtert, daß die Pflaſterklinker b, wie Fig. 74 zeigt, unter die Wandmauern greift; oder ſie werden mit in den Fugen gedichteten und kalfaterten, 6zölligen, eichenen Bohlwänden ausgeſetzt; oder mit 16 — 20″ langen, 8 — 10″ breiten, 2½″ dicken Raſenſtücken — Waſen. Solche Raſenwände — Raſenhäupter — werden durch eine dahinter eingeſtampfte Lettenwand geſichert. Die Raſenſtücke werden mit der grünen Seite nach unten, mit Thon in den Fugen ausgelegt, zuſammengeſtampft.

In den Sümpfen wird der Thon mit Waſſer ſo übergoſſen, daß es ſtets 2″ darüber ſteht, um eine Kruſte zu verhüten. Es ſoll leicht zugeleitet und durch Abzüchte wieder abgelaſſen werden können. Die Waſſermenge kann im Ganzen etwa ½ der Thonmaſſe betragen. Bei den Ziegeleien für den Feſtungsbau in Thorn waren die Sümpfe von 6 — 6′ durch Bohlenquerwände abgetheilt. Längs der Hinterwand derſelben lag eine (Zuleitungs-) Rinne mit einem Zapfen und Hahn für jede Grube. Man ſumpfte hier 3 Tage. Im Mittel rechnet man 48 Stunden. Magerer Thon wird früher gar als fetter. Man durchſtößt den Thon öfter mit Stangen, um das Sumpfwaſſer ins Innere der Thonmaſſe zu bringen. Da Froſt den Gang verzögert, ſo findet das Sumpfen nur im Sommer ſtatt.

§. 54.

Treten und Durcharbeiten des Thones.

Von den Sümpfen kommt der Thon auf den *Tretplatz* — die *Lehmtrete*, wo er von allen ſchädlichen Beimengungen möglichſt gereinigt und aufs Gleichmäßigſte ſo bearbeitet wird, daß alle im Sumpfe noch unaufgeſchloſſenen Theile vollends aufgeſchloſſen werden. Ungleichförmiger Feuchtigkeitgrad und theilweiſe roher Zuſtand des Ziegelgutes, durch adriges, flammiges Bruchgefüge erkennbar, erzeugen während des Trocknens der fertigen Waare Werfen und Berſten, beſonders bei Dachziegeln. Ein ſolcher Tretplatz iſt ein 1½′ vertiefter, viereckiger, ausgedielter, 8′ langer, 8′ breiter Platz, ringsum mit einer 3 — 4′ hohen Wand oder einem Geländer umgeben. An Stangen in Mannshöhe können ſich die Treter halten. Oft hat man in einer Ziegelei 2 oder mehre Tretplätze. In *Thorn* war die Tretbank längs der vorderen Wand der Sümpfe 18′ breit, mit 1½ zölligen Dielen belegt, 1′ tief. Die Maſſe wurde 6″ hoch verbreitet und auf jeden Streicher kamen 2 Treter. Dieſe hatten in einer Hand die *Lehmkeile*, Fig. 75 a und b, von Hartholz zum Zerſtampfen harter Lehmklumpen, in der andern die Schippe — Schaufel — zum Auswerfen der Steine ꝛc. Die Menſchen treten in kurzen Schritten durch den 8 höchſtens 12″ hoch aufgetragenen Lehm in gleichlaufenden Richtungen erſt vorwärts, dann rückwärts in die ausgetretenen Erhöhungen; hierauf quer über dieſe Richtung und ſo zurück, endlich

ſchief eben ſo, in allen Richtungen ſich durchkreuzend. Dann wird der Thon gewendet und ſo fort wiederholt behandelt, deſto öfter je magerer er iſt.

Werden Thiere zum Treten gebraucht, ſo bildet der Tretplatz eine Ringfläche von wenigſtens 20′ Durchmeſſer. In deſſen Mitte ſteht eine Welle — ein *Mönch* — woran das zum Treten beſtimmte Vieh in angemeſſener Entfernung angebunden und auf dem Thone herumgetrieben wird, den man 3′ breit, 1′ hoch auf der Ringfläche ausgebreitet hat. Dieſe Bearbeitung durch Ochſen oder Pferde iſt meiſt wohlfeiler. Ochſen treten tiefer als Pferde. Auch haben ſie durch Zerſpaltung ihrer Klauen Vorzüge vor dieſen. Ihr Tritt iſt aber langſamer. Auch treten ſie gern in die alten Fußſtapfen. Bei dieſem Treten durch Vieh muß der Lehm öfter umgeſtochen werden; ein Arbeiter muß hinterher den zur Seite zu weit ausgetretenen Thon mit einer Schaufel auf die Mitte der Tretbahn werfen und dabei alle zum Vorſchein kommenden Unreinigkeiten auswerfen.

Während des Tretens und aller nachher noch erwähnter Durcharbeitung muß der Ziegelthon öfter angenäßt werden, wozu man ſich einer Gießkanne (eines Gießers, Sprengers ꝛc.) bedient. Es kommt nämlich darauf an, daß die kleinſten Thontheilchen vom Waſſer berührt, aufgeſchloſſen und dadurch geſchmeidig — taigig — zäh und formbar gemacht, außerdem, daß zugleich alle Unreinigkeiten ausgeworfen werden. Durch die in mehren Punkten entſtehende, innige Anziehung des Waſſers muß aber der Thon bei dieſer Bearbeitung beſtändig eintrocknen, und es iſt daher immer von Neuem Annäſſung nöthig, wenn er zu *ſtraff* — *ſteif* — geworden iſt.

§. 55.

Thondreſch- und Knetmaſchine. Triewald'ſche Maſchine.

Zu ſolcher Durcharbeitung hat man auch mancherlei Maſchinen entworfen, die dem Zweck mehr oder weniger entſprechen. Hierher gehören:

Die oben im Weſentlichen angegebene *Meſſermaſchine* (*Tonnenmaſchine*). Sie dient, wie in Holland, auch in Schweden, vorzüglich zum Zerſchneiden von beigemengten Pflanzenſtoffen. In meinem Handb. f. Baum. theilte ich Zeichnung und Beſchreibung aus dem Werkchen: Geſammelte Nachrichten von dem Verfahren der Holländer, wenn ſie waſſerdichtes Mauerwerk machen, Dresd. u. Leipz. 1784, 3te Aufl. 1791, über eine ſolche Maſchine zu Utrecht mit.

Eine Thondreſchmaſchine zeichnet und beſchreibt *Schönauer* a. a. O. Wagrecht auf einer mit dem Thone belegten Tafel liegen lange Stangen, die, wie zweiarmige Hebel, um einen Bolzen beweglich ſind. Der hintere, nur kurze Hebelarm wird durch Daumen einer Welle niedergedrückt, wodurch der vordere, lange Arm gehoben wird und auf den Lehm der Tafel fällt, die durch vier angehängte, leicht ein- und auszuhängende Gewichte von einem Knaben leicht zur Seite hin und zurück bewegt werden kann, während der dreſchende Arm feſt liegt.

Die von *Triewald* angegebene Knetmaſchine beſchreibt *Schönauer* alſo: „Zwiſchen dem Boden und
„Gebälke des Gebäudes iſt eine beweglich ſtehende Welle a Fig. 76b, an der zu beiden Seiten 2 Bäume her-
„vorragen, welche den beiden Rädern m und c zur Achſe dienen, weßhalb ſie da, wo die 2 Räder angeſteckt wer-
„den ſollen, nach der Weite der Naben der Räder durchſchnitten ſein müſſen. Das Ende dieſer Achſe ruht wie-
„der auf einem Rahmen, welcher die Maſchine umgibt und von der es beſſer iſt, ſie rund als viereckig zu machen.
„Soll letzteres dennoch der Fall ſein, ſo muß die Länge der Achſe hierzu zugeſchnitten werden, um auch in den
„4 Ecken des Rahmens noch gehörig aufzuliegen. Der Rahmen verlangt durchaus ein wagrechtes Lager und
„eine ſolche Höhe, daß die Achſe, ohne die Räder dadurch zu heben, genau auf ihn hinreicht. Die Räder an
„der Achſe ſind 6′ hoch und ihre Kränze 2½′ breit. Der eine Kranz des Rades iſt mit gabelförmigen Käm-
„men beſetzt, die im Verbande ſtehen und am beſten von Eiſen gemacht werden. Das andere Rad bleibt ganz
„glatt, ohne Kämme, drückt alſo, da es genau die Spur des erſten gehen muß, die Löcher und Klimper zuſam-
„men, welche das Rad mit den Kämmen bei ſeinem Umgange macht. Da aber das Rad mit den Kämmen ei-
„nen größern Halbmeſſer macht, als das ohne Kämme, ſo muß dieſes in ſeinem Halbmeſſer ſo viel vergrößert
„werden, daß ſein Umgang dem der Kämme am andern Rade gleich wird. Zur Erhaltung des Gleichgewichtes
„ſoll man auch das Rad ohne Kämme durch einen eiſernen, gegoſſenen Ring am platten Kranze ſo viel ſchwe-
„rer machen, bis es dem Kammrade gleich ſchwer wird. Oben an der Welle a iſt ein Schwenkbaum b, an dem
„ein Pferd zieht. Während des Ganges dieſer Maſchine erhält ein Arbeiter den Thon auf der Bahn,

„wendet und benetzt ihn und langt mit einer Gabel die zum Vorſcheine kommenden Steine und Unreinig-
„keiten heraus.“

In Fig. 76a ſtellte ich den Grundriß zu dieſer Maſchine dar.

§. 56.

Thonſieb von Kochius. Haue, Schneidbank.

Cochius (ſ. Crelle: Journal etc.) bediente ſich vortheilhaft eines Tretſiebes. Dieſes iſt ein mit hohen Füßen auf eine Brettertenne geſtellter Kaſten, deſſen Boden aus ſtarkem Eiſenblech mit runden $^1/_4$″ weiten Löchern beſteht. Darein wird der eingeſumpfte Lehm 6″ hoch geſchüttet, durchgetreten, nachgeſchüttet. Steine, Wurzeln ꝛc., die zurück bleiben, werden von Zeit zu Zeit herausgenommen.

In Teutſchland iſt es gewöhnlich, den Thon noch vom Tretplatze auf den Hautiſch — die Haubank — Hautafel zu bringen. Dieſer Tiſch, ringsum freiſtehend, iſt 3 — 3$^1/_2$′ hoch, 6′ lang, 3′ breit. Hierauf wird der Thon mit dem Haueiſen — Degen — in $^1/_2$ bis 1″ breiten Striemen abgehauen und zwar in 8 — 16 mal ſich kreuzenden Richtungen, wobei er fleißig angenäßt und gereinigt werden muß. Man legt ihn dabei 8″ hoch auf.

Ganz ähnlich iſt die Bearbeitung auf der 6′ breiten, 9 — 10′ langen Schneidbank, worauf er in 1$^1/_2$′ hohe Haufen kommt, wovon mit dem Thonmeſſer $^1/_4$″ dicke Streifen abgeſchabt werden, während man allen Unrath auswirft — keine Sohlen (Klumpen) liegen läßt. Selten iſt hierbei 2maliges Durcharbeiten nöthig.

§. 57.

Entfettung.

Sehr fetter Thon, bei dem, mit aller Mühe und Sorgfalt, Werfen und Aufreißen nicht verhütet werden kann, muß magerer gemacht — entfettet — werden. In Breſt z. E. mengt man ſehr fetten Thon mit magerm und Kiesſand vom Meerufer zu guten Mauerziegeln mit rauher, daher gut mörtelbindender Oberfläche. Aber die Vermengung eines fetten Thones mit einem magerern iſt ſehr mühſam, daher koſtbar. Alſo verſetzt man ihn mit gutem, fein- und ſcharfkantigem Sande aufs Gleichmäßigſte, nur nie mit mehr, als zur Verhütung des Werfens und Aufreißens gerade erforderlich iſt. Sehr fetter Thon kann bis 25% Sandzuſatz vertragen. Insbeſondere durch Sand, deſſen Korn die Größe einer Erbſe überſteigt, werden die Ziegel ſehr zerbrechlich und ſchwer; die Sandkörner dehnen ſich in der Hitze wie Glas aus. Kühlen dann die Steine nach dem Brennen ſchnell ab, ſo ziehen ſich die ausgedehnten Sandkörner ſchnell wieder zuſammen und verlaſſen ihren Zuſammenhang mit den Thontheilen, deſto merklicher zum Nachtheil, je größer und ſchneller die Abkühlung, je größer die Sandkörner ſind. Gebrannter, zerſtoßener Thon iſt deßhalb ein beſſerer Zuſatz zum Entfetten, aber auch koſtbarer, da dazu beſondere Stampfmaſchinen nöthig werden. In England ſetzt man der Ziegelerde Steinkohlenaſche zu, nach einem Geſetze Georg's II. nur 20 Loads auf 100,000 Ziegel, wovon dieſe, nach Gilly's Bemerkungen, feſter werden ſollen. Die beigemengten Ueberreſte von Kohlen der Schmiede, alſo fein zerſtoßener Koaks, verbrennen aber im Feuer zum Theil an der Steinoberfläche, wodurch dieſe porös und dadurch viel mörtelbindender, zugleich viel leichter zu Gewölben, Schlotröhren, hohlſtehenden Scheidewänden ꝛc. werden. So hat der Engländer Hr. Sargent zu Passy eine Koakssiegelfabrik errichtet, die ſehr wohlfeile Ziegel liefert.

Zu magerer Thon leidet gar nicht durch Schwinden und Reißen, hat aber zu wenig Zuſammenhang. Nur durch anhaltendes, fleißiges Bearbeiten und Reinigen nach den oben gelehrten Weiſen kann er verbeſſert werden. Wo nicht, ſo ſollte man ihn ganz vermeiden, da die Mengung mit fettem Thone meiſt zu koſtbar wird. Sollen aber dennoch verſchiedene Thon- und Lehmſorten gemengt werden, ſo geſchieht es naß oder trocken — im erſtern Falle vor dem Einſumpfen, durch Pochwerke ꝛc., im andern nach dem Einſumpfen. In jedem Falle kommen die gemengten Sorten noch in einen beſondern Sumpf.

§. 58.

Thongare. Gargruben.

Der völlig bearbeitete, zum Formen fertige, Thon heißt Ziegel-, Thongut, garer Thon. Man

bewahrt ihn in den Gargruben, meiſt 4′ tief, 5′ breit, 10′ lang, mit Klinkern ausgemauert, ausgebohlt, zum Bedecken eingerichtet, worin man ihn von Zeit zu Zeit etwas annäßt — hinlänglich feucht erhält. Bis zu dieſer Gare verliert ein Thon etwa ¼ ſeines Würfelinhaltes.

§. 59.

Formen der Ziegelwaare.

Das Formen — Streichen — Schlagen — geſchieht auf den Streichtiſchen — Formtiſchen — von der Größe der Hautiſche, in gute Verbindung zur Erleichterung der Arbeit geſtellt, in gutem Lichte, um die Arbeitsſtunden nicht verkürzen zu müſſen, am beſten auf Rollen ꝛc. beweglich, um ſie nach Belieben an den zweckmäßigſten Plätzen nach und nach aufſtellen zu können.

Die Backſteine — Mauerziegel — werden naß oder im Sande geſtrichen. Im erſtern Falle wird die Form (Fig. 77, aus dünnen Brettern, in den Ecken mit Eiſenblech, verbunden oder ganz aus Eiſen gemacht) und das Formbrett angenäßt. Im letztern Falle wird die angenäßte Form in Sand gerüttelt und das Unterſatzbrett damit beſtreut. Auch der zum Stein beſtimmte Thonklumpen wird auf dem auf den Streichtiſch geſtreuten Sande herum bewegt, ſo, daß ſich deſſen ganze Oberfläche mit Sand behängt, ins Innere des Klumpens aber davon nichts kommt, wodurch Falten entſtehen würden. Dieſer Klumpen wird dann mit Gewalt in die Form geworfen und beſonders in den Ecken tüchtig ausgedrückt, nach dem Abſtriche auf der Oberfläche aber wieder mit Sand beſtreut. Zum Abſtreichen dient das Streichholz — ein Lineal — oder auch ein Bogen mit Drath. Den mit Sand behängten Abſtrich darf man nicht wieder auf den garen Thon auf dem Streichtiſche, man muß ihn beſonders dann wieder in den Sumpf werfen. In Holland verfertigt man (ſ. Stieglitz: Enzykl. der Bauk.) aus zwei ſolchen Abſtrichen einen dritten (ſchlechten) Stein — Klabſtein — Klabziegel genannt.

Dieſes umſtändlichere Streichen in Sand geht langſamer als das naſſe. Aber dadurch wird die Steinoberfläche rauh, daher mit Mörtel bindender. So verfuhr man bei den Feſtungsziegeleien zu Thorn. In Burgund werden die Ziegel ſo glatt geſtrichen, daß der Abputz darauf nur gering haftet. Je fetter der Ziegelthon iſt, deſto vortheilhafter wird es, in Sand, ſtatt naß, zu ſtreichen. Aber den mergeligen Ziegelthon macht Quarzſand auf der Oberfläche leichtflüſſig, wodurch eine nachtheilige, glatte Schmelzung erzeugt werden kann, ehe der Stein durchgebrannt iſt.

§. 60.

Streichen der Mauerziegel. Thonpreſſe.

Herr Ing.-Hauptm. From beſchreibt (Crelle: Journ. d. Bauk. II. B.) das Streichen zu Thorn alſo: „Jeder Streicher hat 2 Gehilfen: der eine karrt das Ziegelgut auf den Tiſch, der andere trägt die geſtrichenen „Steine fort ꝛc. Die friſchgeſtrichenen Ziegel werden zu zweien auf ein 12″ langes, 7″ breites, 1″ dickes Abtragebrettchen auf die hohe Kante geſtellt und auf die Latten der Gerüſte geſetzt. Zur ſchnellen Handhabung „des Streichens und Abtragens hält ſich jeder Streicher 3 behobelte ¼″ dicke Streichbrettchen, 1″ länger und „breiter als die Form. Mit dieſen verfährt er nach der Ordnung wie folgt:

1) „Der Gehilfe legt das erſte Streichbrettchen dem Streicher zur Linken auf den Tiſch und beſtreut es „mit Sand;

2) „Der Streicher hat während dem die Form abgeſtrichen und legt das erſte Streichbrettchen darauf, „kehrt die Form um und läßt den Ziegel ſich herausziehen, indem er die Form abhebt;

3) „Der Gehilfe hat unterdeſſen das zweite Streichbrettchen eben ſo bereit gelegt; er nimmt jetzt den „eben aus der Form gekommenen Ziegel und ſetzt ihn mit der hohen Kante auf das Abtragbrett, indem er nämlich das dritte Streichbrettchen auf die obere Seite des Steins legt, um zwiſchen dieſes und das erſte den „Stein zu faſſen; wobei die Brettchen nicht ſeitwärts vom Stein abgenommen, ſondern an den Seiten deſſelben heraufgezogen werden.

4) „Während der Streicher den zweiten Ziegel geſtrichen, hat der Gehilfe wieder das erſte Streichbrettchen zurecht gelegt, ſetzt den zweiten Stein auf gleiche Weiſe neben den erſten und trägt ſie ſchnell fort, kommt „zurück und wiederholt das Verfahren. Der Gehilfe behält immer noch ſo viel Zeit übrig, die Kanten der Zie-

„gel mit dem Streichbrettchen ſcharf zu drücken. Von den Dachziegeln und größern künſtlichen Steinen kommt „nur immer einer auf ein Abtragbrett.

„Ein Streicher verfertigt täglich 1,100 gewöhnliche Ziegel. Geübte können täglich an 1,500 Ziegel ver„fertigen, Biberſchwänze 8 — 900 ꝛc. wenn die Maſſe nicht zu ſtreng iſt. Hierauf muß aber ſo viel als mög„lich gehalten werden. Beſonders iſt es bei den Deckſteinen nöthig, und es wird deßhalb bei dieſen die Maſſe „in die Form gepreßt.

„Fig. 78, 79 und 80 ſtellt eine der hier üblichen Preſſen vor. Sie ſteht immer dicht neben einem Streich„tiſche, der auf zwei ſich gegenüberſtehende Streicher berechnet iſt, ſo, daß jeder derſelben die Preſſe zur Seite „hat. In die Form wird gewaltſam ein Klumpen Maſſe, die ſo ſtreng iſt, daß ſie ſich kaum noch mit den „Händen kneten läßt, gedrückt und möglichſt ausgebreitet. Zu großen Steinen muß ein Gehilfe die Klumpen „vorbereiten, indem er ein angemeſſenes Stück mit einem ſtarken Drahte, Fig. 81, von dem Haufen abſchneidet „und daraus eine kuchenartige Platte, ſo groß wie die Form, und 1 — 2″ höher, drückt. Die Formen zum „Preſſen ſind mit glattem Kalbleder ausgeſchlagen, welches jedesmal mit einem naſſen Borſtenbüſchel gereinigt „wird. Das Preſſen ſelbſt geſchiebt, indem der Streicher ein Abtragbrett auf die volle Form legt und dem Ge„hilfen, der am Hebel zieht „hoch“ zuruft. Hat dieſer den Klotz in die Höhe gezogen, ſo ſchiebt der Streicher „die Form auf den Block und der Gehilfe läßt den Klotz zweimal auf dieſelbe fallen. Während der eine Strei„cher ſeine Form in der Preſſe hat, bereitet der andere die ſeinige zu. Die Form wird dann abgeſtrichen und „der Stein herausgelaſſen. Das Hilfsperſonal iſt beim Preſſen nicht größer, als beim gewöhnlichen Streichen, „indem dabei, wegen des langſamen Arbeitens, zwei Streicher nur einen Abtrager und einen Aufkarrer brau„chen. Im Allgemeinen geht dieſes Verfahren dreifach langſamer als das gewöhnliche. Die Formen müſſen „ſtark mit Eiſen beſchlagen und oft ausgebeſſert werden; dabei werfen ſich die dünnen Steine während des „Trocknens, und müſſen deßhalb ſorgfältig nachgeſehen und gerade geſchlagen werden, wenn ſie noch biegſam „ſind. Dagegen halten die gepreßten Steine länger an der Luft und ſind dem Berſten weniger ausgeſetzt „als die ungepreßten. Ein Streicher verfertigt täglich 2 — 300 gepreßte Deckplatten oder 3 — 400 Bie„berſchwänze.“

§. 61.

Streichen der Dachziegel.

Die **Breitziegel** werden in einer eiſernen oder kupfernen Form, Fig. 82, gebildet. Der Ziegelſchläger legt ein Ziegelbrettchen vor ſich, beſtreut es mit klarem, reinem, ſcharfem Sande, ſteckt die Form in einen Waſſereimer, ſtellt ſie dann auf das erwähnte Brettchen und füllt ſie aus, wobei er vorzüglich die Ecken gut ausdrückt. Das Ueberflüſſige ſtreicht er bis zum Platze, wo die Naſe (der **Haaken, Knoten**) ſtehen ſoll, und formt dieſe. Den Ueberreſt ſtreicht er der Länge nach mit dem Daumen ab. Hierauf beſtreut er die Oberfläche, legt das Brettchen, Fig. 83, mit dem Ausſchnitte für die Naſe auf, wendet die Form, nimmt ſie ab, und übergibt den Ziegel auf dem Brettchen zum Abtragen. Der Ausſchnitt a für die Naſe muß etwas länger ſein, damit dieſe beim Eintrocknen nicht anſtoße und Schaden leide.

Um das Ankleben in der Form zu verhüten (beſonders wenn die Ziegel gepreßt werden) ſchadet es nicht, die untere Fläche, welche die Naſe enthält, etwa ½‴ ſchmäler zu machen, beſonders wo die Breitziegel verſtrichen (in Speiſe gelegt — vermauert) werden.

Gilly (Landbauk.) gibt eine hier perſpektiviſch in Fig. 84 gezeichnete Form an, worin die Dachſteine ſogleich mit der Naſe **abgedrückt** werden, wie es die Häfner machen. Wenn die feuchte Ziegelerde in die Form eingedrückt worden, ſo wird ſie mittelſt eines angefeuchteten Streichholzes nach der Länge der Form abgeſtrichen. Alsdann faßt man die Form an den daran befindlichen, eiſernen Bügeln g, g, kehrt ſie auf ein 6′ langes, 16 — 18″ breites Brett, worauf 8 Dachziegel Platz haben, um und nimmt ſie ab.

Die **Hohlziegel** werden über abgeſtumpftkegelförmige (halbirte) **Kernformen** geſtrichen, die mit Sand beſtreut werden.

§. 62.

Formabmeſſungen. Streichzeit.

Da der Thon beim Trocknen ſchwindet, ſo müſſen alle Formen um ſo viel größer ſein, daß der Stein

nach dem Trocknen und Brennen die verlangten Abmeſſungen behalte. Man beſtimmt das am ſicherſten durch Verſuche, die bei verſchiedenen Thonarten (nach Verhältniß der mehrern oder geringern Fettigkeit) verſchiedene Ergebniſſe darbieten werden.

Die beſte Zeit zum Ziegelſtreichen iſt das Frühjahr und der Herbſt. Im Sommer trocknen die Steine auf der Oberfläche zu ſchnell, wodurch ſie leicht aufreißen, deſto mehr, je fetter der Thon iſt, mit je mehr Waſſer er angemacht iſt, je heißer der Sommer iſt, je ſtärker und trockner der Luftzug iſt ꝛc. Froſtwitterung iſt zum Ziegelſtreichen gar nicht geeignet.

§. 63.

Formmaſchine.

Man hat vielerlei Maſchinen erfunden, um das Formen zu beſchleunigen. Zu den neuern Erfindungen dieſer Art gehören die des königl. preuß. Generalmajors v. Rödlich, aus einer Schlämm- und aus einer Schneidemaſchine beſtehend, womit täglich bis 75,000 Steine verfertigt werden können. S. Münchner Kunſt- und Gewerbsblatt Num. 18. J. 1819. Eine der einfachſten ſolcher Vorrichtungen iſt die Formtafel, eine Tiſchplatte, worauf ein Gitter von Latten oder Brettern liegt, das mehre Fache enthält, wovon jedes eine einzelne Form iſt. Das Ziegelgut kommt darauf und wird durch ſchwere eiſerne Walzen, die man darüber hinlaufen läßt, feſt in die Formen eingedrückt. Gleich hinterher wird ein Brett als Streichholz zum Abſchneiden des Thons geſchoben. Der Formrahm, den Cochius angiebt (ſ. Journ. von Crelle), iſt Fig. 85. a nachgebildet. Er beſteht aus gewalztem Eiſen, im Umfange a $^5/_{16}$″, in der Scheidung b $^1/_{16}$″ dick. Auf den feſten, ebenen Streichplatz werden 2 Hölzer 4 — 6″ hoch gleichlaufend ſo gelegt, daß der Formrahm dazwiſchen einpaßt. Ihr Zwiſchenraum wird mit Sand beſtreut, worauf der Ziegelthon ausgebreitet, und in der Höhe der Hölzer abgeſtrichen wird. Nach Wegnahme der Hölzer treten 2 Arbeiter auf die Griffe c des Rahmens zum Eindrücken deſſelben in den Thon. Während dann der eine darauf ſtehen bleibt, rollt der andere eine gußeiſerne Walze über den Rahmen, welche das durch Erfahrung zu beſtimmende Uebermaaß des Lehms von etwa $^1/_2$″ Höhe vollends in den Rahmen einpreßt. Die äußern Zargen a ſind von außen zum leichtern Eindringen zugeſchärft und ihre Wangen ſind an beiden Enden wie Fig. 85. b geſtaltet, damit die Walze leichter darauf ſteige und hingleite. Zur Hinderung des Anklebens an die Form wird der Lehm mit Sand beſtreut. Beſſer iſt es, die Walze mit Leder zu überziehen und anzufeuchten, oder auf die eingedrückte Form eine Decke von Leinwand, Filz, Leder ꝛc. unterzulegen. Den nöthigen Feuchtigkeitsgrad zur beſſern Ablöſung der Form lehrt die Erfahrung; von fettem Lehm löſet dieſelbe ſich leichter durch Annäſſen und Sandſtreuen; magerer Lehm wird weniger angenäßt und ſtärker zuſammengepreßt. Nach Abhebung der Form werden die Ziegel durch einen Spaten, Fig. 86., auseinander gerückt, um dazwiſchen greifen zu können. Der einfachſte Uebergang zu einem ſolchen Formrahm iſt die Doppelform Fig. 87.

§. 64.

Preſſen der Ziegel. Preßmaſchine.

Durch die Preſſung bei ſolchen Maſchinen wird zugleich der Stein dichter und feſter; insbeſondere kommen die Theile des magern Lehms in nähere Berührung, wodurch der Zuſammenhang gewinnt. Alſo werden gepreßte Ziegel feſter, ſchärferkantig, regelmäßiger als geſtrichene, und, da hierbei der Thon feuchter ſein muß, zu wenig und zu ungleichförmig zuſammen gedrückt werden kann, ſo trocknen jene ſchneller und werfen und verziehen ſich weniger als geſtrichene. Auch ſchwindet fetter Thon nach der Preſſung weniger, bedarf alſo des Entfettens — der Sandbeimengung — deſto weniger. M. Molerat zu Poulli bei Beaune formt durch ſeine vortreffliche hidrauliſche Preſſe rohe Ziegel in dicken, gußeiſernen Formen ſo, daß ſie nach der Herausnahme aus der Form ſchon ohne Abſtoßen der Kanten leicht bewegt und gehandhabt werden können. Der Engländer Potter fertigt dergleichen durch eine Preßſchraube zu Paris. Hr. Gallon zu Chaumont preßt ſeine Ziegelſteine. In England preßt man dauerhafte Fayence durch Hebel. Erwähnung verdient eine Anlage bei München, wo in den Zellen am Umfange eines Rades der eingepreßte Thon in Backſteinform gebildet wird. In der Feilner'ſchen Fabrik in Berlin werden durch eigene Vorrichtungen und Schraubenpreſſen Ziegel, Geſimsſtücke, Waſſerröh-

ren ꝛc. geformt. Die Thonmaſſe wird durch eiſerne Formen gepreßt und mit Drähten in einzelne gleichlange Stücke geſchnitten.

Cochius beſchreibt (ſ. Crelle: Journ. etc.) eine Trittpreſſe alſo:

„Wenn es nach der Ausdehnung der Fabrik nöthig iſt, ſo werden in den Ecken eines großen, mitten im „Trocknenſchupfen ſtehenden Streichtiſches (Fig. 88. a a a a) vier dergleichen Preſſen angebracht, welche je zwei „von einem Former, und jede einzeln von einem Gehilfen, beſorgt wird. Eine ſolche Preſſe iſt alſo eingerich„tet: An der einen Seite der Ecke a iſt das Unterlegebrett Fig. 89., welche die obere Seite des Dachſteines bil„den ſoll und deßhalb mit den gewöhnlichen flachen Waſſerrinnen verſehen iſt, vermittelſt Scharnirenbänder a „dergeſtalt befeſtigt, daß es ganz umgelegt werden kann. An den beiden Enden ſind bei b zwei Knöpfe, ½″ „weit voneinander entfernt, ſo angebracht, daß die Mittellinie des Brettes zwiſchen dieſen Knöpfen durchgeht. „Die Form Fig. 90. iſt im Lichten, einſchließlich des für das Schwinden erforderlichen Uebermaaßes, ſo groß, „daß der Bieberſchwanz nach dem Brennen 15″ lang, 6″ breit bleibt. Sie hat unten bei a einen 4″ langen „Stiel (Handgriff) und oben bei b eine Spitze, welche beide zwiſchen die bei Fig. 89. erwähnten Knöpfe paſſen. „Der Rahmen iſt ¼″ ſtark, ½″ hoch, und kann von Kupfer, an der innern Seite polirt, verfertigt werden, „weil an dieſem Metalle der Lehm nicht ſo ſtark klebt, auch daſſelbe nicht ſo leicht roſtet.

„Das Deck- oder Preßbrett, Fig. 91., iſt ſo lang und ſo breit, als das Unterlegbrett, Fig. 89., und „erhält an beiden Enden Vertiefungen a, die in die Knöpfe b Fig. 89. paſſen, um dadurch der gehörigen Lage „der beiden Bretter mit der Form verſichert zu ſein. Am untern Ende bei c befindet ſich eine Vertiefung für die Naſe des Dachſteins, die des leichtern Löſens wegen, und damit die Naſe nicht ſo leicht abgeſtoßen werden „kann, ungefähr die Geſtalt des vierten Theiles einer Kugel erhält. Auf der untern Fläche können Jahrzahl „und Fabrikzeichen angebracht werden, und zwar ſo, daß ſie ſich etwas in den Stein eindrücken.

„Die Preßzange Fig. 92. hat, um das Preßbrett gleichförmiger zu drücken, oben zwei Arme a, die ſich „in eine Zugſtange b vereinigen. Die Zugſtange greift mittels eines Hakens e in die Oeſe f des Bolzens g, „der durch den Trethebel d geht und in demſelben, oben mit einer Scheibe f, unten mit einer Schraube nebſt „Mutter h, befeſtigt iſt.

„Der Trethebel Fig. 93. liegt zwiſchen zwei Füßen des Streichtiſches auf einem Bolzen a Fig. 88. in „zwei Pfannen b b. Die Preßzange iſt bei c ſo angebracht, daß die Bewegung des Hebels den nöthigen Spiel„raum verſtattet, um die Zange leicht zurücklegen, und mit derſelben die Dachziegel ſtark preſſen zu können. „Das Ende des Hebels a d, auf welches getreten wird, kann 4 bis 5′ lang ſein, das entgegengeſetzte Ende a e „muß ſo viel Uebergewicht haben, daß der Hebel nach dieſem Ende von ſelbſt zurück fällt und die Zange löſet, „wenn der Arbeiter von dem Trethebel herunter ſteigt. Für den Arbeiter ſteht neben dem Trethebel das Ge„länder f.

„Der Former ſtellt ſich zwiſchen beide Preſſen A. Fig. 88., legt an der einen das Unterlegbrett Fig. 89. „auf den Tiſch, die eiſerne Form Fig. 90. zwiſchen die Knöpfe b b Fig. 89., ſchüttet die Form voll Lehm, „legt davon für die Naſe auf, dann das Deckbrett Fig. 91. auf die Knöpfe, bringt die Preßzange über das „Deckbrett und tritt mit leichten Sprüngen ſo ſtark und weit gegen das Ende des Hebels, als nöthig. Dann „geht er zur andern Preſſe.

„Nach dem Preſſen tritt der Gehilfe an die anliegende Seite des Tiſches B. Fig. 88., legt die Preß„zange, wie Fig. 94. zeigt, zurück, nimmt das Preßbrett ab, legt das Trockenbrett auf die Form, wendet beide „mit der Unterlage nach der Seite um, und bringt letztere auf den Tiſch zurück, löst den Ziegel aus der Form „und trägt ihn auf das Gerüſt.

„Auch hierbei hängt ſich der ſtark gepreßte Lehm zuweilen feſt an die Bretter und die Form. Erſteres „wird durch zwiſchengelegten Filz, Leder oder Leinwand vermieden. Gegen letzteres gibt es oft kein anderes „Mittel, als daß der Gehilfe mit einem Pfriemen rund um den Stein fährt und ihn ſo losſchneidet.“

§. 65.

T r o c k n e n.

Nicht hinlänglich ausgetrocknete Steine reißen und berſten im Brennofen. Durch zu ſchnelles Trocknen — in der Sonne oder im ſcharfen, trocknen Luftzuge — bekommen ſie eine Kruſte, ſie werfen ſich und reißen ebenfalls, indem dabei die Oberfläche zu ſchnell trocknet, dabei aber die Feuchtigkeit im Innern noch angehäuft

bleibt. Die Trocknung muß daher langſam, aber möglichſt vollkommen und gleichmäßig bis in den Kern erfolgen. Nach erfolgter halber Abtrocknung ſind mit ſtumpfen Meſſern die Kanten ſcharf abzuputzen. Ein friſchgeſtrichener Backſtein wog 5½ Pf., wird trocken 4½ Pf., gebrannt 4½ Pf.

Die Beſchleunigung der Trocknung — Ausdünſtung der Feuchtigkeit — hängt ab:

a) vom Wärmegrad der Luft. Sie iſt alſo im Allgemeinen in den Sommermonaten ſtärker als im Frühjahre und Herbſte, in der Sonne ſtärker als im Schatten — unter Dach. Ich erwähne nur beiläufig des gemachten Vorſchlags, die überflüſſige Wärme der Brennöfen für beſondere Trocknenkammern — künſtliche Trocknenanſtalten — zu benutzen, am beſten für windtrockne Steine, ehe ſie eingeſetzt werden.

b) Von der Trockenheit der Luft. Trockner Wind von Morgen trocknet daher ſchneller, als der feuchte aus dem Abend, wie der warme Mittagswind ſchneller trocknet als der kalte, rauhe Mitternachtswind. Alſo iſt die Stellung der Trocknenſchauer — Trocknengerüſte — überhaupt von der Weltgegend, insbeſondere von der Lage der Gebirge und Thäler abhängig.

c) Vom Luftwechſel — Luftzuge. Man muß dieſen durch Klappläden, Mattenvorhänge, Hürten ꝛc. in ſeiner Gewalt haben.

d) Von der Oberfläche des Steins. Dachziegel, bei denen verhältnißmäßig die Oberfläche im Vergleiche zur Maſſe mehr beträgt als bei Backſteinen, trocknen ſchneller. Auf der hohen Kante geht die Austrocknung beſchleunigt, auf der breiten Seite liegend (im Anfange) verzögert vor ſich.

Man trocknet:

a) auf ebenem Boden, ganz im Freien, bei Feldziegeleien, die nicht beſtändig betrieben werden. Wenn die Ziegel dabei in noch friſchem Zuſtande von Regen befallen werden, ſo ſchadet dieſer wenig. Sie bekommen dabei nur kleine Löcher, die man Pocken nennt. Waren ſie aber vor dem Regen ſchon halb abgetrocknet, ſo gehen ſie zu Grunde. Sie müſſen dann wieder in die Sümpfe kommen. Man ſucht ſie durch Bretterdecken, Strauch, Strohmatten ꝛc. zu ſchützen. Bei Thorn wurden nur die zur Füllung des Mauerwerks beſtimmten, geringern Mauerſteine im Freien getrocknet. Man bildete durch kleine Gräben beetartige Abtheilungen zum Aufſtellen. Der ſandige Beetboden wurde an den Seiten 4″, in der Mitte 6 — 8″ hoch mit Lehm, Schluff ꝛc. bedeckt, damit das Regenwaſſer ſchnell in die Gräben herabfließen konnte. Da die Steine in ſtarker Sonnenhitze binnen 3 — 6 Tagen trockneten, aber dabei ſtark zerriſſen, ſo beſtreute man ſie mit Sand. Hr. From ſagt: So lange ſie einzeln auf hoher Kante auf den Beeten ſtehen, ſchadet ihnen der Regen weniger; ſie bekommen nur eine ſtumpfe, pockenartige Geſtalt; aufgeſchichtet verdirbt ſie aber ſtarker Regen. Man benutzte die Holzſtöße als Wand, worauf man Schußdächer anlegte, um darunter in der Noth die halbtrocknen Steine in Hecken aufzuſchichten. Auch bei Köln und Deutz wurde der große Bedarf für die Feſtungswerke nach dortiger Gewohnheit im Freien geſtrichen, getrocknet und in Feldöfen ohne Schauer und Schirmdächer mit Steinkohlen gebrannt. Dann werden

b) die Backſteine, wie in München, unter Schauern — Stabeln — Dächern auf Pfoſten — auf ebenen, mit klarem Sande beſtreuten oder geſchlagenen Boden gelegt, und, wenn ſie genug übertrocknet haben, heckweiſe, nach Fig. 95., aufgeſchichtet. Die Stabeldächer müſſen ſehr groß ſein. Daher ſind

c) die Trocknengerüſte vortheilhafter, wobei die Steine zehnfach übereinander geſtellt werden können. Die Dachziegel kommen jedesmal und überall auf Trockengerüſte, flach auf ihren Brettchen — Schindelflacheln — liegend, in den obern oder Dachgeſchoßen. Wie ſie vorzüglichern Thon, ſorgfältigere Bearbeitung fordern, als die Backſteine, ſo müſſen ſie langſamer, gleichmäßiger trocknen, als dieſe.

§. 66.

Trocknengerüſte.

In Fig. 96. bis 100. iſt ein gewöhnlicher Trocknenſchauer mit zweckmäßigen Gerüſten dargeſtellt. In Fig. 96. ſind g, g, g die Grundpläne der Geſtelle, nach der Gebäudetiefe. Fig. 97. iſt ein Querſchnitt nach der Linie a b; Fig. 98. ein Längendurchſchnitt nach der Linie c d des Grundriſſes. Der Querſchnitt 97 zeigt die Gerüſte im Erdgeſchoße nach ihrer Länge (aber der Breite des Gebäudes), unter Dach aber nach ihrer Breite in der Breite des Gebäudes. Fig. 98. (Längendurchſchnitt) zeigt alſo dieſelben von der andern Seite. Nach größerem Maaßſtabe ſtellt Fig. 99. die Gerüſte des Erdgeſchoßes dar, und zwar A. nach ihrer Länge (ſ. Fig. 97.) und B. nach ihrer Breite (ſ. Fig. 98.). Eben ſo ſtellt Fig. 100. in größerem Maaßſtabe die Gerüſte unter

Dach vor, und zwar A. nach ihrer Länge, B. nach ihrer Breite. In allen dieſen Figuren ſind: s die Grundſchwellen der untern Gerüſte, p, p die Pfoſten darauf, t, t die Pfetten darauf, zugleich Unterzüge der Dachbalken b a, b a, worauf die Bruſtſchwellen s' s' der obern Gerüſte liegen; i ſind Dachſtuhlſchwellen, k, k Kehlbacken. In den Gerüſten liegen nach den Längen der Latten a a und a' a' für die Trocknenbrettchen. Dieſe Längenlatten ruhen aber auf den Querlatten b, b und b', b', die an den Pfoſten in erforderlicher Höhe über einander befeſtigt ſind.

§. 67.

Brennöfen.

In Abſicht auf Stoff in Bezug auf Wärmeleitung und Feuerfeſtigkeit, auf Stärke, Ankerung, Roſte, Heizkraft der Brennſtoffe ꝛc. beziehe ich mich auf das, was ich weiter unten hierüber in der Abhandlung über Kalköfen ſagen werde. Es iſt übrigens bekannt, daß man Ziegelöfen aus Luftziegeln, ſogar aus Wetterwerk, ausführen und überwölben könne. Auch an mehren Orten Frankreichs, Schwedens ꝛc. werden die Ziegelöfen und deren Heerde, worauf das Holzfeuer brennt, aus Luftziegeln aufgeführt. Philipp v. Girard erhielt ein (öſterreichiſches) Privilegium über einen Ziegelofen, aus dem fortwährend die garen Ziegel herausgenommen, worein dagegen immer wieder trockene eingeſetzt werden. Le Goulx de Flaix beſchreibt, wie man in Hindoſtan Mauern aus Ziegelthon ummantelt, mit Brennſtoff ausfüllt und gar brennt.

Bei Utrecht, Dordrecht ꝛc. brennt man in rechtwinklichen Gruben und ſtellt darin die Ziegel ſo, daß unten in entgegenſtehender Richtung Oeffnungen bleiben und füllt die Zwiſchenräume der eingeſtellten Ziegel mit Torf aus, von denen die unterſten Lagen grau, am härteſten, die mittlern roth, die oberſten gelb, am wenigſten feſt werden.

Der Ofen Fig. 101., 102., 103. iſt im Weſentlichen aus der praktiſchen Darſtellung der Ziegelhüttenkunde von Schönauer, Salzburg, 1815, entnommen. a, a, a ſind die Schürthüren, b, b, b Züge durch die Mauern und Gewölbe, c, c Einſatzthüren, die während des Brandes vermauert werden. Ich bemerke nur, daß dieſer Ofen ſich eignet, um darin unten Kalk, oben aber Ziegel einzuſetzen. Die von a bis a, von jeder Heizthür bis zur gegenüber ſtehenden, anzulegenden Schürgaſſen (Heizkanäle) werden aus Kalkſteinen, im Lichten den Heizthüren a Fig. 103. ganz entſprechend, angelegt und ſo überwölbt, daß die Flamme gehörig durchſtrömen kann.

§. 68.

Beſchreibung und Maaße der gewöhnlichen Ziegelöfen.

Bei uns bilden die gewöhnlichen Ziegelöfen im Grundriſſe ein Rechteck, wie der eben genannte. Nach oben hin wird der Querſchnitt bisweilen enger, ſo daß der innere lichte Raum ein abgeſtumpftes Vierkant bildet. Die Feuerzüge — Feuer-, Schürgaſſen — laufen nach der Breite des Ofens, die durch die Wirkung des Feuers ſo bedingt iſt, daß ſie bei Torffeuerung wenigſtens 10', bei Holzfeuerung 12' rheinl. dann beträgt, wenn nur von einer Seite geſchürt wird. Iſt die Breite größer, bis höchſtens doppelt ſo groß, ſo gehen die Schürgaſſen auf beiden Ofenhäuptern — langen Seiten — aus, und es wird von beiden Seiten zugleich geſchürt. Dadurch, und daß mehre Schürgaſſen in der Länge gleichlaufend neben einander liegen, ſind gleichſam mehre Oefen ohne Scheidewände in einem gemeinſchaftlichen Umfange in einen Ofen umgewandelt, dadurch Bau- und Unterhaltungskoſten geſpart und es iſt die Hitze, welche die Scheidewände in ſich aufnehmen würden, unmittelbar benutzt. Dieſes iſt zu bedenken beim Vorſchlage, mehre Oefen aneinander zu bauen, um die abgehende Hitze eines betriebenen — geheizten — Ofens im nachbarlichen einſtweilen beſchickten zu benutzen.

Die Schürgaſſen, die ſich in den langen Seiten öffnen, ſtehen auf einem Roſte, wenn es der Heizſtoff erfordert, worunter ſich das Aſchen- und Zugloch befindet. So iſt dieſes Erforderniß unerläßig beim Torfbrande. Sie (die Gaſſen) werden durch aufgemauerte Erhöhungen — Bänke — gebildet und geſondert. Ihre Breite im Lichten ſoll 14" rheinl. betragen, ihre Entfernung von einander von Mitte zu Mitte $5\frac{1}{2}$ — 6', alſo ihre Breite $4\frac{1}{3}$ — $5\frac{1}{2}$'. Die Seitenbänke ſind nur halb ſo breit. Schönauer ſetzt dieſe Bankbreite auf 4', bei Steinkohlen geringer — auf 3'. Auch die Höhe der Oefen iſt, wie die Breite, durch die Wirkung des Feuers bedingt. Bei Holzfeuerung beträgt ſie 14 — 15' rheinl., bei Steinkohlenfeuerung nur 8', mehr, wenn

nebſt Steinkohlen zugleich mit Torf oder Holz gefeuert wird. Dieſe Höhenangabe gilt für den Fall, daß der Ofen überwölbt wird. Bei offenen Oefen, worin der Einſatz gewöhnlich mit Erde, Raſen, Lehm ꝛc. einige Schuhe hoch überdeckt wird, kann es vortheilhafter werden, den Ofen für weniger zu brennende Schlotſteine oder zweimal einzuſetzende Waare höher zu machen, dadurch die obere Hitze zu benutzen. Die Zuglöcher, bisweilen auch, wie bei Fig. 101. bis 103., in den Wänden, wie in den Decken (Wand- wie Deckenzüge), dienen zur Leitung und Richtung der Hitze durch Oeffnen und Schließen. Sie ſind etwa 8 — 12″ lang, 4 — 6″ breit. Mittlere Oefen haben deren etwa 30 in 4 bis 5 Reihen. Sie liegen längs den ganz gewölbten Decken gleich am äußerſten Ende einer jeden Seitenwand, ſo daß ſie ins Innere des Ofens fallen, 12 bis 20″ von einander. M. ſ. §. 75.

§. 69.

Thonroſte.

Einen zweckmäßigen Thonroſt beſchreibt Gilly (Handb. d. Landb.). Fig. 104. A. ſtellt ihn von oben geſehen dar; Fig. 104. B. im Querſchnitte, Fig. 104. C. im Längendurchſchnitte. b, b ſind ſattelförmig gegeneinander geſtellte und a a Ausgleichungsſteine. Beide bilden quer über das Schürloch Tragbänke m m in ſolcher Entfernung, daß auf ihrer Mitte die Roſtſteine aufliegend zuſammen ſtoßen. Sie könnten durch hochkantig gelegte, hinlänglich ſtarke, doppelte Eiſenſtäbe erſetzt werden. Einen Roſtſtein ſtellt Fig. 105. dar. Die Oeffnung wird von der Oberfläche bis zur Unterfläche weiter.

§. 70.

Feldziegeleien.

Ein Feldziegelofen wird entweder in den Abhang eines trockenen Lehmhügels ausgegraben, dann mit Luftziegeln eingefaßt und geſchloſſen, oder es werden deſſen Wände auf ebenem Platze von Luftziegeln aufgeſetzt und die Schürlöcher und Bänke damit, wie ſonſt, aufgeführt. Der Ofen bekommt weder eine Ueberwölbung noch einen Schauer.

Für einen Feldofen zu etwa 30,000 Steinen wird ein Platz 130′ lang, 35′ breit geebnet. Darauf werden drei Bänke a, b, c Fig. 111. zu 4′ breit, 1′ hoch von Erde oder Lehm aufgeführt, dazwiſchen Streichtiſche d aufgeſtellt. Die geſtrichenen Steine werden auf den Bänken, nachher dazwiſchen zum Trocknen aufgeſtellt. e, e ſind ausgebielte Tretplätze hinter den Sümpfen f, f; g iſt Fahrweg. Fig. 114. zeigt leichte Bretterdächer auf 7′ langen, in 6ſchuhigen Entfernungen 3′ tief in die Erde geſteckten Stangen, mit Seitengräben a, a für das Traufwaſſer.

Fig. 112. und 113. zeigt den Ofen. Es werden für 4 Schürgaſſen, wovon hier 2 erſcheinen, 3 ganze, 4 Stein breite Sätze A. in der Mitte, 2 halbe, 2 Stein breite Sätze B. aber zu den Seiten, alle auf hohe Kante, aufgeſetzt, jeder Satz zuerſt 6 Steine hoch, die in Schichten, wie a, b, c, d, e, f auf einander in der Stellung wechſeln, ſo daß zwiſchen den Steinen immer fingerdicker Zwiſchenraum bleibt. Nach 6 Schichten folgen 3, wobei die Schürgaſſen nach Fig. 113. geſchloſſen werden. Nun wird an allen 4 Seiten des Ofens, $^{3}/_{4}$″ davon abſtehend, eine Wand a Fig. 113. von rohen Steinen, hier Blattſteine genannt, auf hoher Kante errichtet und mitgebrannt. Abermals $^{3}/_{4}$″ von dieſen Blattſteinen wird der einen Stein ſtarke Schirm b ringsum, mit vorigen Blattſteinen 12 Steine hoch, aufgeſetzt, am beſten von gebrannten Steinen, mit Lehm verſpeist. Auf den ſchmalen Seiten wird hierauf noch eine Schirmmauer e, nach oben verjüngt, von Backſteinen in Lehmſpeiſe, in einer mit Sand ausgefüllten Entfernung von 6″ aufgeführt. Auf das Ganze kommen nun noch 2 Sätze, jeder eingezogen und aus 5 Schichten beſtehend, ringsum umſchirmt von Backſteinen und von außen verſchmiert, endlich oben mit Backſteinen belegt, deren Fugen nicht verſchmiert werden. Wird mit Torf geheizt, ſo müſſen Roſte gebildet werden, was bei Holzfeuerung nicht, oder doch weniger, nöthig iſt. Hr. v. Wiebeking ſagt (ſ. bürgerl. Bauk.) über Feldziegelöfen Folgendes:

„Da, wo Steinkohlen vorhanden ſind, gebraucht man ſie zum Brennen der Mauerſteine; dieß geſchieht „aber nicht in geſchloſſenen Oefen, ſondern im Freien. 1) Die Stelle, wo die geformten und getrockneten Steine „aufgeſchichtet werden ſollen, wird, um ſie gegen Näſſe zu ſchützen, mit einem Graben umgeben, und dann mit „gebrannten Steinen belegt, damit die getrockneten keine Feuchtigkeit einſaugen und nicht erweichen. 2) Auf

„dieſer Unterlage von gebrannten Steinen werden die zu brennenden, auf die hohe Kante, in ſo weit entfernten „Reihen aufgeſtellt, daß die zweite Steinreihe bis zur Mitte der untern beiden reicht, indem die Steine nach „der Länge dergeſtalt darüber gelegt ſind, daß immer zwiſchen 2 Steinen ein kleiner, zum Anfaſſen erforderlicher „Raum, den Durchgang des Feuers zulaſſend, bleibt. 3) Bei der Aufſtellung müſſen, auf beſchriebene Art, „kleine Zwiſchenräume bleiben, die mit Steinkohlen angefüllt werden. 4) Bei dieſer Aufſetzung der getrockneten „Steine wird zugleich ein ſchmaler Feuerkanal auf je 5′ Weite und auf eben ſo viel Abſtand des Brennhaufens „gebildet, und an den Enden des Kanals das 15″ weite, 24″ hohe Schür- oder Mundloch, das oben nur bis „zur Länge eines Steins, mit dem es bedeckt wird, weit iſt, mit zwei 4′ breiten Pfeilern geformt; dieſe ſchma- „len Kanäle werden 2′ hoch, dann wieder mit Steinen, auf die Art, wie die beſchriebenen Ketten gemacht ſind, „bedeckt. 5) Iſt der Brand zur angenommenen Höhe aufgeſetzt, ſo werden oben einige Schichten gebrannter „Steine aufgelegt, zum Schutz vor Regen. An allen 4 Seiten wird dann eine dünne Mauer von gebrannten „Steinen mit Lehm aufgeführt, ſo daß auf je 5 Schürlöcher ein Abſatz von einer Steinbreite entſteht, zur Ver- „hinderung des Abrutſchens des äußeren Lehmüberzuges, der die Umfaſſungsmauern zuſammenhält und die Aus- „ſtrömung der Hitze mindert. Ein Haufen, 20′ breit, 24′ lang, 12′ hoch, faßt 120,000 Steine zu 7½″ Länge, „3¾″ Breite, 2″ Dicke, wozu 10 Zentner Steinkohlen gebraucht werden; der Anfang des Heizens geſchieht „aber mit Holz. So geſchieht es im Lüttich'ſchen, bei Düſſeldorf ꝛc.

§. 71.

Feldziegeleien.

Hr. From ſagt in ſeiner obengedachten Abhandlung über die Thorner Feſtungsziegelei: „Das Brennen „geſchieht theils in Oefen mit Umfaſſungsmauern, theils in freien Oefen unter Dach. Bei letztern geht viel „Hitze verloren; auch hält das Beſchirmen ſehr auf. In trocknen Sommertagen werden auch wohl Oefen unter „freiem Himmel geſetzt. Sie leiden aber von plötzlichem Regen ſehr und liefern oft nur ſchlechte Ziegel. Auch „brennen ſie auf der Windſeite nicht recht aus, auf der entgegengeſetzten deſto ſtärker. Die Oefen (S. Fig 115. „bis 125.) werden 22 Schichten hoch, auf die hohe Kante geſetzt, welches 12½′ Höhe ausmacht. Sie erhalten „durchlaufende Schürlöcher zur Feuerung von beiden Seiten, 4′ auseinander und 1½′ weit. Sie werden durch „die unterſten 9 Schichten gebildet, von welchen ſich die 7. 8. und 9. durch Uebertreppen zuſammenwölben. Mit „der 13. und 18. Schicht wird ½′ eingeſprungen, damit die äußern Wände deſto feſter ſtehen. Wo keine Um- „faſſungswände ſind, wird um den Ofen ein 1½′ ſtarker Schirm von alten Ziegeln, gut mit Lehm verſchmiert, „gemacht. Die Breite des Ofens iſt 15 — 17′, die Länge richtet ſich nach dem Bedarf. Man kann auf der „einen Seite immer weiter ſetzen, während die vorhergehenden Schürlöcher noch brennen. Fig. 115. bis 125. „ſtellt die 1. 2. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. Schicht vor. Die 3. 4. 5. 6. werden abwechſelnd, wie die 1. 2. „und die oberſten 8 Schichten abwechſelnd, wie die 13. und 14. geſetzt.

„Das Brennen fängt mit Schmauchfeuer an, geht in 8 bis 9 Tagen, je ſpäter deſto beſſer, in Streck- „feuer und nach 3 — 4 Tagen in Großfeuer über. Der Ofen wird während des Brennens mit Schluff „oder Dammerde bedeckt, und zwar zuerſt da, wo die Flamme durchdringt. Die Schürlöcher werden mit Stei- „nen in Lehm zugeſetzt und beim Holzeinlegen oberhalb geöffnet, ſo viel als nöthig iſt. Nach 4 Tagen Groß- „feuer hört das Brennen gewöhnlich auf; allmählig wird der Ofen geöffnet, damit er abkühle, und nach 5 — 7 „Tagen kann man die Ziegel heraus karren.“ Unter den mancherlei Steinſorten, die in Thorn gebrannt wer- den, ſind einige in Fig. 131. bis 135. dargeſtellt.

§. 72.

Feldziegeleien.

Sehr belehrend beſchreibt Hr. Bauinſpektor Kremer (ſ. Journ. v. Crelle ꝛc.) das Verfahren bei den Feldziegeleien am untern Rhein und in den Niederlanden.

Um Oſtern treffen die Lütticher Ziegelbäcker auf den Ziegelplätzen ein ꝛc. Es wird in der Nähe der Thon- grube ein Platz geebnet und in Bahnen (Trocknenfelder), etwa zu 15 — 18′ breit, 60′ lang, getheilt. Je zwi- ſchen 2 Bahnen befindet ſich (ſ. Fig. 126.) eine (erhöhte) Bank a, 3′ breit, ½′ hoch, zu beiden Seiten mit klei- nen Gräben b, b zum Abfluße des Waſſers. 5 Bahnen erhalten einen Streichtiſch c. Jeder Tiſch kann täglich

5000 Ziegel liefern; zu jedem gehören 3 Formen und 5 bis 6 Menſchen; 1 zur Zubereitung des Thons, 1 Träger, 1 Aushelfer, 1 Former (Untermeiſter), 2 Abträger (Knaben).

Die Ziegel bleiben bei günſtigem Sommerwetter 24 Stunden flach liegen, und werden dann von Knaben auf die hohe Kante geſtellt. Am dritten Tage werden ſie auf die Bänke zum Austrocknen, 3 Lagen breit, und gegen die Abendſeite 15, gegen die Morgenſeite 16 Lagen hoch, auf die hohe Kante aufgeſtellt, bei ungünſtigem Wetter mit Strohmatten, zur Abendſeite abdachend, bedeckt. Die Formen, von Holz mit Eiſen beſchlagen, werden jedesmal von den abtragenden Knaben gereinigt und mit Sand ausgeworfen; mit einem hölzernen Streicher wird naß abgeſtrichen. Nachdem die in Hagen (Hecken) aufgeſtellten Ziegel trocken ſind, wird der Ofen geſetzt.

Bei einer neuen Anlage wird die höchſte, trockenſte Stelle für den Ofen ausgeſucht, geebnet, feſtgeſtampft. Zuerſt wird eine Lage Ziegel nach der Ausdehnung des Ofens auf die hohe Kante geſtellt. S. a, a Fig. 127. Man nimmt dazu bleiche, zerbrochene Ziegel. Darauf kommen die Luftzüge b, b unter den Schürlöchern c, c, c (die Münd heißen). Dieſe Luftzüge ſind ſo hoch, als ein Ziegel auf die hohe Kante geſtellt, ſo breit, als ein halber Ziegel lang iſt. Sie werden mit flachliegenden Ziegeln ſo bedeckt, daß zwiſchen je 2 bedeckenden Ziegeln etwa $\frac{1}{2}$'' Zoll Raum zum Durchſtrömen der Luft bleibt. Auf dieſe Lage werden die Schürlöcher (Münd) 10'' breit und, mit Einſchluß des auf dem Luftzuge liegenden Deckſteins, 3 Ziegel (auf die Kante geſtellt) hoch, angelegt, und zwar in dem in der Zeichnung angegebenem Verbande, welcher in der Höhe der Kanäle aufhört.

Die Schürlöcher werden mit Steinkohlen, unten mit 10 — 30 Pfund ſchweren Stücken, darüber mit kleinern, gänzlich gefüllt. Jede Ziegellage zwiſchen den Schürlöchern wird, ehe man die folgende aufſetzt, $\frac{1}{2}$'' hoch mit (geſiebtem) Kohlengries (feine Kohlen in den Grubenlagern, mit Lehm vermiſcht als Brennſtoff benutzt) beſchüttet. Zwiſchen den in den Zwiſchenwänden d Fig. 128. ſchräg geſtellten Ziegeln läßt man etwas weitere Fugen, die mit haſelnußgroßen Kohlen ausgefüllt werden. Die Lütticher machen die Schürlöcher höher, wobei $\frac{1}{5}$ mehr an Kohlen erforderlich wird.

Die Ziegel werden nun über den Schürlöchern nach Fig. 129. und 130. weiter aufgepackt. Zwiſchen die Ziegel wird, in der mittlern Höhe des Ofens, das Kohlengries ſchwach $\frac{1}{2}$'' hoch, oben ſtärker, aufgeſchüttet.

Die Grundform eines Feldofens iſt gewöhnlich ein Geviert, ſeine Höhe = 26 bis 30 hoch geſtellten Ziegelreihen. In größern Oefen iſt der Verluſt (zu 10 — 12 %) verhältnißmäßig geringer. Einige rathen, um Anbacken zu meiden, zwiſchen die Kohlenlagen feinen Sand zu ſtreuen.

Iſt der Ofen geſetzt, ſo werden die Wände und der obere Theil mit Lehmerde verſchmiert, dann das Feuer angezündet. Während des Brandes muß man die Wetterſeite mit Strohmatten, an Holzpfählen, ſchützen. Durchbricht oben die Flamme einzelne Stellen, ſo ſind dieſe ſogleich mit Erde zu decken. Weichen Wände aus, ſo werden ſie ſogleich abgeſteift (gepölzt). Ein Ofen mit 100,000 Ziegeln brennt 14 Tage, mit 400,000 aber 5 Wochen. 100,000 Ziegel erfordern 324 — 360 Scheffel Kohlen und Kohlengries zuſammen. In mittelmäßig ausgebrannten Oefen rechnet man zwei hart gebrannte gegen einen bleichen Ziegel; in Oefen, deren Ziegel gut ausgetrocknet und bei gutem Wetter eingeſetzt waren, iſt gewöhnlich der innere Theil, bis auf die äußere Wand, durchaus gleichförmig ausgebrannt. Die bleichen Ziegel ſind zu Scheidemauern und Fachwänden geſucht.

§. 73.

Münchner Ziegelöfen.

Einen mit Holz zu heizenden, unüberwölbten Ziegelofen, Fig. 136 bis 139 beſchreibt, v. Wiebeking (i. bürgerl. Bauk.) alſo:

„Er wird ꝛc. mit ſeinem untern Theile nach 3 Seiten A, C, D in der Erde aufgeführt und vor der „Seite B (wird) ein Raum zum Brennholzplatz und zum Einfeuern ausgehoben. Nach dieſer Seite ſind drei „Schüröffnungen f, f, f von 3' 3'' Weite; und dieſe Gewölbe ſind deßwegen bis zu den Feuerkanälen e, e, e „7' 7'' lang, um denſelben einen ſtarken Luftſtrom zuzuführen ꝛc. Zu dieſem Behufe ſind dieſe Kanäle von f „bis g 3' 4'' in einer niedrigen Mauer über die Hauptmauer des Ofens hinaus verlängert. Dieſen Theil nennt „man den Hals; dort iſt die den Ofen umſchließende Ziegelmauer 4' 4'' ſtark. Nach der Erfahrung ſind ſolche „von einer Seite geheizte Oefen die zweckmäßigſten, deren Grundfläche faſt ein Quadrat bildet. Die Länge „dieſes Ofens beträgt nämlich im Lichten 14' 3'' (par.), auf 14' 6'' Breite; deſſen Höhe, von der Fläche des „Ofenflurs h i (Fig. 137. und 138.) an ꝛc., 10' 9''; aus dem Erdboden ſtehen die obern, 4' dicken Mauern „von E bis G 5' 7'' hervor, und an der Oberfläche dieſes Bodens führen 2 Oeffnungen C und D von 2' Weite

„zu dem Innern des Ofens, wodurch die Steine in und aus demſelben gebracht werden ꝛc. Durch den ganzen „Ofen gehen drei 2′ weite, 1′ 7″ 6‴ hohe, mit 2 auf die hohe Kante geſetzten Ziegeln überwölbte Feuerkanäle „e k (Fig. 136. und 137.). Jedes Gewölbe iſt zehnmal durch die Oeffnungen c c c unterbrochen, nemlich „zwiſchen den ſattelförmigen Mauern d d und den Seitenwänden, damit die Flammen ſich aufwärts verbreiten. „Jede ſolche Oeffnung von 6″ Breite hat zu ihrer Decke einzelne Ziegel a (Fig. 136.), zwiſchen denen wieder „6″ lange und 3″ breite leere Räume b b (Fig. 136.) zur Durchlaſſung der Flamme dienend, gelaſſen ſind. „Dieſe ꝛc. Reihe von Oeffnungen und auf die hohe Kante gelegten Ziegeln heißt eine Kette (h i Fig. 137. und „138.). Nun hat dieſer Ofen 10 Ketten (Fig. 137.), jede Kette 27 Oeffnungen zu 18□″, ſomit 270 Oeffnun„gen, 4860□″ enthaltend, die ſich zum Flure des Ofens = 1 : 6,6 verhalten. Ferner geht eine Mauer über „die Bögen der Feuerkanäle und die Sättel zwiſchen je 2 Ketten; ſie heißt die Bank (m m Fig. 136. und 137.), „deren in dieſem Ofen 9 ſind; ihr Zweck iſt die Trennung der Feuerflamme und die Tragung der Ketten ꝛc.; „die Sättel aber dienen nicht bloß den Gewölben der Feuerkanäle zu Widerlagern, ſondern auch, damit die „Flamme ſich an ihren Flächen aufwärts und ſeitwärts regelmäßig verbreite. Ueber dieſe von den Ketten und „Bänken gebildete Fläche (Ofenflur) werden die geformten und vollkommen trockenen Steine dergeſtalt aufgeſetzt, „daß immer 4 Steine (o o Fig. 137. und 138.) nebeneinander in ſolchen kleinen Zwiſchenräumen, die noch zur „Anfaſſung eines Steines hinreichen und zur Fortleitung der Flamme dienen, ſtehen; neben 4 ſo aufgeſetzten „Steinen kommt ein zweiter Satz n n, wieder aus 4 Steinen beſtehend, mit der flachen Seite nach vorne. Auf „dieſe Weiſe wird der Ofen ꝛc. bis auf eine gewiſſe Höhe ausgefüllt; darüber werden ꝛc. Pflaſterſtücke p (Fig. „137.) und über dieſe Dachziegel q ꝛc. aufgeſetzt, und die Oberfläche r, r mit gebrannten, zerſchlagenen Ziegeln „bedeckt, welche viele Oeffnungen zum Durchführen des Rauches ꝛc. laſſen ꝛc. Nach Füllung des Ofens werden „die Seitenöffnungen C und D (Fig. 136.) ꝛc. zugemauert, das in die Feuerkanäle gelegte Holz angezündet und „ſo nur ein leichtes Feuer hervor gebracht, dann aber daſſelbe mit Hinzuwerfung von Holz immer mehr ver„ſtärkt ꝛc., bis die obern Steine roth durchglüht ſind und die geſammte Brennmaſſe ſich etwas geſetzt hat ꝛc. „Nach vollendetem Brande wird zur Abkühlung geſchritten; es werden die 3 Schürlöcher f f f (Fig. 136.) zu„gemauert und die auf der Oberfläche des Ofens liegenden Steinbrocken r (Fig. 137.) mit naſſer Erde ꝛc. „beſchlagen ꝛc. ꝛc.

„Alle Frühjahre erneuert man die Ketten ꝛc., auch beſſert man die Bänke aus. In einigen Ziegeleien „werden die Bänke vor jedem Brande aus rohen Kalkſteinen gemacht ꝛc. und dieſe zugleich mit gebrannt ꝛc. „Die Ziegeleien des Hrn. Nathuſius zu Althaldensleben bei Magdeburg, wobei die Ziegelerde gehörig ge„ſchlämmt wird, liefern vorzügliche dünne Dachziegel ꝛc.“

Zur größern Deutlichkeit habe ich im Grundriſſe des Hrn. v. Wiebeking, Fig. 136., die Hälfte des Heerdes hinweg gelaſſen. Darin erſcheinen nunmehr die mit b a bezeichneten Bänke, dazwiſchen in 1, 2, 3, 4 die Sättel (in Fig. 138. mit d bezeichnet), ihre Oberkante — ihr Rücken — in 5, 6. Zwiſchen den Sätteln innerhalb der Bänke ſind z, z die Vertiefungen in den Feuerkanälen, aus denen die Flamme herausſchlägt. N zeigt den Einſatz der Ziegel (Mauerſteine), von oben angeſehen. Die Ziegelbrenner in München ſtellen auch einige der Sätze, die ſie Ketten nennen, übereck unter 45° auf die gleichlaufenden, hier gezeichneten.

§. 74.

Münchner Oefen zu Bauzierden.

Ueber das Brennen architektoniſcher Ornamente ſagt v. Wiebeking: „Die Griechen und Römer haben „ſolche gebrannte Geſimſe, ſelbſt Bildſäulen, verfertigt, und Italien hat deren aus dem Mittelalter eine große „Menge, die vortrefflich gebrannt und in freier Luft ſo gut erhalten ſind, daß man glauben ſollte, ſie kommen „eben erſt aus dem Ofen. Hr. Biel hat zu Waiblingen bei Stuttgart nicht nur große Fußbodenplatten, ſon„dern auch Röhren, Geſimsſtücke und Ornamente gebrannt, die erſten ſelbſt weißlich und röthlich marmorirt ꝛc. „Ferner haben in München Leibel und Seibold große architektoniſche Ornamente von 2 — 4′ Länge in ihren „Töpferöfen gebrannt. Der große Ofen des Letztern iſt Fig. 106. bis 109. abgebildet. Dieſes Ofens Einfeue„rung wird von dem überwölbten Raume durch das Schürloch a Fig. 106., 107., 109 und die beiden Seiten„ſchürlöcher b, b bewerkſtelligt. Der Feuerheerd liegt in c; unter demſelben befindet ſich das Aſchenloch d. In „der den Heerd und Ofenraum f, deſſen Höhe 3′, deſſen innere Weite 3′ 8″ und deſſen Länge 9′ (par.) beträgt, „trennenden Mauer e, von der Dicke eines halben Steins, ſind mehre, 2″ ins Gevierte meſſende, kleine Oeff-

„nungen und unmittelbar unter dem Gewölbe etwas größere, Fig. 108., angebracht. Der Ofenraum beſteht „aus zwei 20″ ſtarken Seitenmauern, dem darauf ruhenden, $1/2$ Stein ſtarken, flachen Gewölbe und dem dar„auf gelegten Pflaſter von gebrannten Steinen. Die Sohle iſt aus feuerfeſten, gebrannten Steinen gelegt. Da„mit der Ofen von der Feuergewalt ſich nicht auseinander gibt, liegen über das Gewölbe drei eiſerne, gebogene „Stangen, welche mit den in den Seitenmauern befeſtigten Ankern verbunden ſind. Das Feuer dringt in den „Ofen durch jene oben erwähnten kleinen, in der Mauer e angebrachten, Oeffnungen, geht auch unter der Sohle „des Ofens h durch drei 8″ hohe, 10″ weite Kanäle, g g g Fig. 106. und 109., deren Einmündungen mit „dem Schürloche a und den zwei kleinen Einheizöffnungen b, b korreſpondiren. Damit, von den 2 Seitenkanä„len aus, kleine Feuerflammen in den Ofen aufſteigen, ſomit eine gleichmäßige Vertheilung und Verſtärkung der „Hitze im Ofen bewirkt werde, ſind in der Sohle des Ofens kleine Ritze (in der Nähe der Seitenwände) auf „1′ Abſtand gelaſſen. Iſt nun der Ofen dergeſtalt mit Geſchirren und Ornamenten vollgeſetzt, daß zwiſchen „denſelben und dem Gewölbe die für das Feuer nöthigen Spielräume geblieben ſind, ſo wird der Ofen bei l „(Fig. 106.), ſo wie die Ausmündungen der 3 Kanäle g mit Mauerſteinen locker zugeſetzt, damit die Flammen „zwiſchen dieſen Steinen noch einen Ausgang finden und den nöthigen Zug gegen den Schornſtein k zu, wo ſie „ſich in Rauch verwandeln und aufſteigen, erhalten. Iſt dieſes Aufſetzen der Mauerſteine bewirkt, ſo wird auf „dem Feuerheerde c mit ein Paar Scheitern Holz ein leichtes Flammenfeuer von Nadelholz gemacht (Lindenholz „wird noch mehr dazu geſchätzt), daſſelbe binnen 5 — 6 Stunden allmählig verſtärkt, dann aber 12 — 18 „Stunden über ein ſtarkes Flammenfeuer erhalten, je nachdem die in den Ofen geſetzten Stücke klein oder groß „ſind. Dieſes Feuer zieht alſo erſtens durch die in der Mauer e gelaſſenen Oeffnungen, zweitens durch die „kleinen in der Sohle h befindlichen Ritze in den Ofen, aus demſelben aber durch die lockere Mauer l in den „Kamin k, und des Ofens Sohle wird durch das in die 3 Kanäle g eingeſtrömte Feuer, welches ſich durch die „locker zugeſetzten Ausmündungen entladet, erhitzt. Die zu den architektoniſchen Ornamenten gebrauchte Maſſe „beſteht aus dem weißlichen Thon von Abensberg, aus geſchlämmtem und mehrmals zerſchnittenem Lehm, und „endlich aus Quarzſand, der aber keinen Kalk enthalten darf.″

§. 75.

Niederländer Ziegelöfen.

v. Wiebeking ſagt: „Bei den niederländiſchen überwölbten Ziegelöfen werden Aeſte und Zweige der „Nadel- und Laubhölzer (in 6′ langen gebundenen Wellen) gebraucht ꝛc. Der in Fig. 140. und 141. abgebil„dete niederländiſche Ziegelofen iſt 10′ breit, 20′ lang, und ſo gewölbt, wie Fig. 141. zeigt. In der Mitte „des Gewölbes ſind 3 Zuglöcher a angebracht und an jeder Seite 3 Einheizlöcher b; die Einrichtung der 3 „durchgehenden Feuerkanäle iſt der mit Bänken und Ketten ähnlich (ſ. §. 70.). Durch das Oeffnen und Ver„ſchließen der Luftlöcher a und der Schüröffnungen b kann der Ziegler die Stärke des Feuers ziemlich gut diri„giren (leiten), und da von 2 Seiten geheizt wird, ſo verbreitet ſich die Flamme ſchnell und gleichförmig ꝛc. „Auf der einen Seite iſt in der Mitte die Wand des Ofens zum Ein- und Ausbringen der Steine offen; dieſer „Eingang c, deſſen Decke von dem Gewölbe des Ofens ſelbſt gebildet iſt, wird nach vollendeter Einſetzung der „Steine in den Ofen, bis auf das mittlere Schürloch und eine kleine Oeffnung d, Fig. 141., darüber, zum Luft„zug dienend, zugemauert. Dann werden die jenſeitigen Schürlöcher gleichfalls verſchloſſen, das Holz in den „an der Seite des Eingangs liegenden Feuerkanälen angezündet, und nur ein Schmauchfeuer ſo lange (gewöhn„lich 2 Tage) unterhalten, bis die Steine von der darin enthaltenen Feuchtigkeit entbunden ſind; je trockner ſie „waren, deſto kürzer darf daſſelbe andauern, und deſto beſſer iſt es. Alsdann wird auf der andern Seite eben „ſo verfahren ꝛc. Dann werden alle Schürlöcher geöffnet; es wird nach und nach immer ſtärker geheizt und „endlich ſo ſtark, bis die durch die obern Zuglöcher ſichtbaren Steine von der Hitze hochroth erſcheinen. Sind „die Steine hinreichend gebrannt — welches man daran erkennt, daß ſie 3 — 4″ von den Luftlöchern abſtehen, „da ſie beim Einheizen bis daran reichten, und daß ſie rothglühend ſind — ſo wird, im Falle man denſelben „eine bläuliche Farbe geben will, in jedes Schürloch grünes Erlenholz gelegt (trocknes muß man zuvor in Waſ„ſer legen); die Luft- und Zuglöcher werden geſchloſſen, und ſo läßt man den Ofen nach und nach erkalten. „Den innern Raum des Ofens zu beſtimmen, nimmt man an, daß er an Kubikraum $1/6$ mehr faſſen müſſe „als der von den zu brennenden Steinen ꝛc. Ziegelöfen mögen im Innern nicht 15′ (par.) an Weite, 30′ an „Länge überſchreiten, bei welcher Größe 3 Schürlöcher an jeder ſchmalen Seite und 6 Luftlöcher im Gewölbe

„hinreichen; die kleinſten Oefen mögen im Lichten 15′ ins Gevierte groß ſein und von einer Seite geheizt „werden."

§. 76.

Ziegelbrand.

Bei heftigem Feuer können die demſelben nahen Steine zuſammen backen, während entferntere noch nicht gar werden, beſonders bei (nicht flammendem) Steinkohlenfeuer, dem Torffeuer, wie in Holland, vorzuziehen, oder das durch Holzbeimengung, wie bei Dünkirchen ꝛc., zu mäßigen iſt. Es ſoll daher das Feuer die Waare möglichſt gleichförmig durchſtrömen. Daher iſt die richtige Anlage von Feuerzügen und Zwiſchenräumen im ganzen Einſatze höchſt wichtig. Die Wärmezüge ſollen aber nicht frei aufwärts, ſie ſollen wagrecht ſtreichen, um den Hitzſtrom möglichſt aufzuhalten und aufzunehmen, beſonders aber in die Ecken und zur Seite, überhaupt nach Erfordern, leiten zu können. Sie treffen oben auf die Deckenzüge in den Gewölben oder ſonſtigen Bedeckungen, wo ſie ausſtreichen und durch Platten geöffnet oder geſchloſſen werden können. Die Ziegel werden, wie wir ſchon oben ſahen, auf die hohe Kante, einander ſchränkend — ſchräg — ſo geſtellt, daß dazwiſchen ½ — ¾″ (Fingerdicke) Zwiſchenraum bleibt. Bei Steinkohlenfeuerung kommt erſt eine Steinkohlenlage, dann 3 Backſteinlagen, und ſo fort abwechſelnd, bis 20′ hoch.

§. 77.

Einſatz. Schürung. Ziegelſorten durch ungleichen Brand.

Das Einkarren — Einſetzen — Beſchicken — geſchieht in der untern Ofenhälfte durch eine Einſatzthür in der Mitte der Schachthöhe, die während des Brandes vermauert, nachher beim Auskarren — Austragen — wieder geöffnet wird. In ſehr hohen Oefen können zwei ſolche Thüren übereinander ſtehen. M. ſ. Fig. 101. und 102. die Thüren c, c. Sonſt wird die Waare durch einen aufgeſtellten Zug von oben herab gelaſſen, wenn der Ofen nicht überwölbt iſt.

Erſt wird etwa 24 Stunden nur mit gelindem Feuer — Schmauchfeuer — geſchürt, bis aller dicke Qualm ſich verliert, worauf man etwa 36 Stunden lang zu Mittelfeuer — Streckfeuer — übergeht, endlich nach 60 Stunden bis zum Glut-, Flacker-, Großfeuer ſo lange ſteigert, daß nur die Waare nicht in Schmelzung übergeht. Iſt die Gare eingetreten, ſo werden alle Oeffnungen verſchloſſen, ſo daß während der Abkühlung durchaus kein Luftzug durch den Ofen gehen kann, damit nicht die Steine durch zu jähe Abkühlung zerſpringen. Oefen, die zum Theile im Boden (Erdabhange ꝛc.) ſtehen, kühlen vortheilhafter, langſamer ab. Erſt nach der Abkühlung wird der Ofen wieder vorſichtig geöffnet. Die Steine ſind noch heiß ſo geſpannt, daß ein Anſtoß ſie viel leichter zerſprengt, als nach der Abkühlung. Bei einem Einſatze von 30,000 Steinen erfordert das Einkarren 3 Tage, das Brennen 9 Tage, das Abkühlen 5 Tage, das Austragen 2 Tage. Dabei kommt aber viel auf Wind, Wetter, Heizſtoff ꝛc. an.

Einen völlig gleichen Brand kann man nie erreichen. Daher muß man die ausgetragenen Steine nach dem Grade ihrer Durchbrennung zu den verſchiedenen Bauzwecken ſondern. Am ſtärkſten werden die Mundſteine gebrannt, die das Gewölbe — Schloß — und die Bänke der Feuergaſſen bilden. Oft nimmt man hierzu alte, unbrauchbar gewordene Backſteine, wenn ſie zu leicht verglaſen. Das Ausſondern geſchieht bei uns ſeltner, als bei den ſorgfältigern Holländern. Dieſe unterſcheiden, beſonders bei Gouda, wo die Ziegel aus dem ausgelagerten Schlamm der Iſſel gebrannt werden, 8 Sorten: 1) Bovensteenen, roth, der Wirkung des Feuers am meiſten ausgeſetzt, meiſt für Häuſerbau, beſonders in Amſterdam; 2) Ondersteenen, heller, härter, blau und gelb, zum nämlichen Gebrauch; 3) und 4) zwei (etwas geworfene) Klinkerſorten zur Straßenpflaſterung; 5) und 6) Plavy — Plafay — gelbe und blaugrüne, gerade Steine; 7) und 8) Lekkajesteenen — Abfälle. Der Abgang wird zu ¹/₉ angenommen; v. Wiebeking ſagt: „Alle blaue und gelbe Steine (Num. 2.), die ſich etwas geworfen haben, werden Klinkers genannt und nur zur Pflaſterung der Straßen gebraucht. Die blauen haben ſchon eine Art von Verglaſung erlitten; es liegt alſo die Farbe des Klinkers gewiſſermaßen an der Erde, weil der Iſſel„ſchlamm geſchickt iſt, bei einem gewiſſen Feuersgrad die goldgelbe Farbe anzunehmen; die wahre Urſache iſt „aber die Feuerung ſelbſt." In den: Geſammten Nachrichten ꝛc. heißt es: die oberſte Schicht (Decklage) nennen ſie (die Holländer nemlich) Radelaars. Die 2. 3. und 4. Schicht geben die Oberſteine. Die Unter-

ſteine liegen in der 5. 6. 7. 8. und 9. Sicht; die flachen Klinker in der 10.; die getrockneten Klinker in der 11.; die krummen oder Mundklinker in der 12. Schicht. Die 13. liegt unmittelbar am Feuer und ſchmilzt in einen Klumpen (Sauen) zuſammen. Die Schichten heißen auch Boden. Mit Rückſicht auf die Farbenverſchiedenheit verfertigen die Holländer die ſo reinlich gehaltenen mosaikartigen Straßenpflaſter auf und mit Stauberde eingeſetzt.

§. 78.

Beurtheilung der Ziegelgüte.

Es kommt hierbei auf Feſtigkeit, Trockenheit, Dauer, Bindekraft mit Mörtel ꝛc. an. Rothe Farbe zeigt das Vorhandenſein von Eiſenoxid an, das zur Verbindung zwiſchen Kieſel- und Thonerde, alſo zur Verdichtung, ſomit Erhärtung und klingenden Feſtigkeit, beiträgt. Aber rothe Ziegel können dennoch ſchlecht, nicht rothe gut ſein. Der Bruch muß ſcharfkantig, die Bruchfläche ſchimmernd, gleichförmig, nicht löcherig, nicht ſteinicht, noch zu grobſandig ſein, vorzüglich keine Kalkklümpchen zeigen, die ſich durch Anziehung von Feuchtigkeit löſchen, dadurch dehnen und den Stein zerſplittern. Je ſtärker der Ziegel gebrannt iſt, ohne zu ſchmelzen, deſto dichter, daher klingender, mit Eiſenoxid röther wird er, ſomit härter, aber auch ſpröder, leichter ſpringend. Endlich verglaſet er auf der Oberfläche, deren Glätte dann mit dem Mörtel nicht mehr bindet; denn die Bindekraft ſteht im Verhältniſſe der Rauhheit der Steinoberfläche, zum Theil mit der Stärke des Brandes (ohne Schmelzung). Deßhalb muß der Mauerziegel Waſſer (gewöhnlich $^{1}/_{15}$ des Gewichts) anziehen, davon aber nicht erweichen oder zerbröckeln. Die vollſtändigſte Probe beſtehen die Steine, wenn ſie ein Jahr in Wetter und Froſt unverſehrt aushalten, wenn ſie glühend in kaltes Waſſer geworfen, nicht zerſpringen. Der Widerſtand guter Ziegel gegen Zerdrücken iſt 2900 Zentner auf 1□′, nach Verſuchen von Perronet, Gauthey, Sufflot etc. Nach Zimmermann war dieſer Widerſtand auf 1□″ (rheinl.) 289 Pf. bei den Ziegeln zu den Schleuſen der Lippe, 257 Pf. bei Gouda'ſchen Klinkern, 160 — 180 Pf. bei mittelmäßig gebrannten Ziegeln. Immer ſollen Dachziegel von vorzüglichſter Güte ſein, alſo obige Gütekennzeichen bei der Wahl im höchſten Grade haben. Die beſten kommen auf die Abend- und Mitternachtſeite, die geringern gen Morgen und Mittag. Nicht gut gebrannte, poröſe Dachziegel geſtatten bald den Anſatz von Moos und Flechten, die Feuchtigkeit unterhalten und deren Wurzelfaſerchen ins Innere des Steins dringen, und ihn durch Ausdehnung zerſplittern. Bei Anwendung der Backſteine iſt eher eine Auswahl möglich, wie ich oben zeigte. Endlich müſſen alle Ziegel wohlgeformt — nicht verworfen, windſchief, gekrümmt — ſein, alle von einerlei Größe zum guten Verbande, mit reinen, ſcharfen Kanten.

§. 79.

Schleifen der Ziegel.

Gewöhnlich wird die etwas übertrocknete Ziegelfläche mit einem befeuchteten Holze, in Holland zu den zierlichen Fußböden aber auf eigenen Vorrichtungen, geſchliffen. Ein erhöhter, ringförmiger, von außen umrandeter, ganz ebener Platz wird mit ſehr hart gebrannten Steinen, Marmorfließen, glatten, ebenen Eiſenplatten ꝛc. belegt. Darauf werden die abzuſchleifenden Steine — Fußplatten — gehörig beſchwert, durch den Arm an einer Welle, die, lothrecht in der Mitte ſtehend, durch Menſchen, Pferde ꝛc. umgetrieben wird, herum bewegt. Der Boden muß dabei mit feinem, feuchtem Sande beſtreut werden, deſſen Abgang aus damit angefüllten Fäßchen erſetzt wird, die durch eine Ruthe, aus der Welle ragend, angeſtoßen und erſchüttert werden.

§. 80.

Glaſiren, Betheeren der Dachziegel. Ziegelmehl.

Man glaſirt die Dachziegel zur längern Dauer, indem dadurch die Oberfläche gegen zerſtörenden Einfluß der Witterung geſchützt wird, in Holland häufig zugleich zur Gewinnung reinern Regenwaſſers. Rondelet bemerkt, daß man ſonſt (in Frankreich) die Ziegel färbte und glaſirte, dann moſaikartig auflegte, z. E. gelbe und braune ꝛc. Noch jetzt verfahre man ſo hie und da in Italien. Insbeſondere ſeien alle Dome im Königreich Neapel ſo eingedeckt. Man habe viele ſolche Ziegel bei der vor einigen Jahren eingelegten Genofevakirche ge-

funden, die so alt zu seyn schienen, als die Kirche selbst. Zu Lion und in andern franz. Städten, wo der Schiefer mangle, werden von diesen Ziegeln die flachen Theile der Mansardedächer gemacht. Sie seien schwarz gefärbt und glasirt. Das 108′ hohe Dach der von 1275 an in mehr als 2 Jahrhunderten erbauten Stephanskirche in Wien ist mit roth, grün und weiß glasirten Ziegeln gedeckt.

Die Holländer glasiren die Dachpfannen also schwärzlichbraun: Man nimmt zu 20 Pf. gemalener Bleiglätte 5 Pf. Braunstein, gießt darüber Thonwasser und verdickt das Gemenge mit Thon, bis eine kleine, gebrannte Thonkugel darin schwimmt. Hiermit werden die völlig ausgetrockneten Ziegel so begossen, daß davon an die Ränder, womit sie im Ofen auf einander stehen, nichts komme, um das Zusammenbacken zu vermeiden. Da diese zu glasirenden Ziegel die stärkste Hitze erfordern, so werden sie zunächst am Feuer eingesetzt. Gilly gibt als erprobt folgende Glasuren an: 10 Pf. goslarsche Silberglätte mit 1 Pf. Braunstein für 250 Bieberschwänze. Bei dieser schwarzen Glasur seien die Ziegel, am füglichsten im Töpferofen, 2 mal zu brennen. Für Ziegler empfiehlt er sogenanntes Loot, mit reinem oder Thonwasser auf die trocknen Ziegel gegossen; dann: 20 (Gew.) Thl. Bleikalk, 44 feinen Sand, 4 Braunstein, 2 Salz zu schwarzer Glasur; 50 Maaß Bleikalk, 16 Sand, 3 Kupferhammerschlag zu grüner Glasur; 5 Maaß Spiesglas, 3 Bleikalk, 3 Sand, 1 Hammerschlag zu gelber Glasur. Diese Theile werden fein gerieben, gemengt und auf die zu glasirende Fläche gesiebt, nachdem diese mit einem Mehlbrei, auf dem eben ein Strohhalm zu schwimmen vermag, überstrichen wurde.

Eine Glasur entsteht auch, wenn die Ziegel während des Brandes mit Salz bestreut werden. Verdichtung der Oberfläche der Ziegel, also eine Art Glasur, bewirken Dämpfe von Klauen, Hörnern, Steinkohlengrus, grünem Laube ꝛc.; das thierische Oel der Knochen, die brenzlichen Oele der Steinkohlen, des Holzes ꝛc. überfirnissen den Thon. Wirft man nach der Gare der Steine vor dem Ausgehen des Feuers frisches Erlenlaub in den Ofen und setzt darauf diesen in allen Oeffnungen zur Abkühlung zu, so erhalten die Ziegel auch zugleich eine blaue Farbe.

Ich bemerke hier gelegentlich, daß man auch die Ziegel durch Betheeren vor dem Einfluß der Feuchtigkeit zu schützen gesucht hat. Das Verfahren des Hr. Gr. Mellin ist im Münchn. K. u. Gew.-Bl. Nr. 14. J. 1819 beschrieben. Der Theer und die Ziegel müssen heiß sein. Ersterer wird in einem eisernen Kessel über Feuer erhalten, letztere werden dann in heißem Sommer der Sonne ausgesetzt und so erwärmt, oder aus dem heißen Ofen kommend, angestrichen. Steckt man die Ziegel in einen dünnen Kalkbrei oder überstreicht man sie damit, reibt sie dann auf der Oberfläche mit einem Ziegelstück, wozu man sich besonderer Vorrichtungen, wie beim oben angegebenen Ziegelschleifen, bedienen könnte, so werden die Poren der Oberfläche verstopft und dadurch der Ziegel gegen Eindringen der Nässe und der daraus folgenden Zerstörung, besonders im Froste, ziemlich geschützt. Der bei Gilly erwähnte Löffler'sche Anstrich der Ziegel mit Leinölfirniß, mit Kolophonium und feinem Ziegelmehl ist gar zu kostbar, wäre übrigens, wie obiger Theeranstrich, wohl nur auf dem Theil der Ziegel nöthig, der der Witterung ausgesetzt ist, also von unten etwa nur 7″ hoch.

In Peking, — wo alle Häuser Erdgeschosse sind, die der Kaufleute ausgenommen, die noch ein Stockwerk als Waarenlager haben, aus Backsteinen, gehärtetem Thone, bisweilen Holz, im Hintergrunde eines Hofes — sind die Dachziegel gefirnißt und zwar die des kaiserl. Palastes und der Tempel gelb, die der Prinzen und hohen Staatsbeamten grün, die der untern Stände grau.

Nachtrag. Feines Ziegelpulver dient zum Putzen der Küchenherde, Ziegelbeläge, kupfernen und messingnen Küchengeschirre, der Gewehre ꝛc., den Schmieden zum Löthen, Metallgießern zu Lehmformen u. s. w.

§. 81.

Schlacken.

Es sind vorzüglich die Eisenschlacken, die als künstliche Bausteine Erwähnung verdienen. Die in Hohöfen geschmolzenen Erze fließen unten im Herde zusammen. Hier scheidet sich die leichtere Schmelzmasse der Gangart der Erze — der Kalkerde und anderer erdiger Fossilien — vom schwerern Metalle. Jene schwimmt auf diesem und wird, da sie weit mehr ausmacht als das (reduzirte) Metall, von Zeit zu Zeit durch eine Oeffnung abgelassen. Nach Verschiedenheit der Erze muß die so erhaltene Hohofenschlacke — im Allgemeinen eine undurchsichtige, poröse, im Bruche glänzende, bläuliche bis bräunliche, leicht sprengbare Glasmasse — verschieden sein. Die Größe der Stücke hängt von der auf einmal abgelassenen Menge ab, die in der Luft oder durch Auf-

ſpritzen kalten Waſſers abgekühlt wird. Dadurch, daß man die Schlacke auf dem platten Boden zerfließen läßt, oder daß ſie auf dem ausgelaſſenen Erze — auf den Eiſengänſen ꝛc. — ſchwimmt und allmälig erkältet und erhärtet, erhält man ſie in 3, 6 bis 9″ dicken, mehre Schuhe ausgedehnten Platten, die leicht in mauerbare Stücke zerſchlagen werden können. Die vorragenden Kanten an ſehr poröſen Schlacken ſind oft ſo ſcharf, daß ſie die Hand verletzen können.

Berzelius bemerkt: Die Verbindungen in der Hohofenſchlacke, meiſt kriſtallig, ſind (nach Mitſcherlich's Verſuchen) Biſilikate (d. h. kieſelſaure Salze, worin der Sauerſtoff der Kieſelerde 2 mal ſo groß iſt als in der Baſis) von Kalkerde und Talkerde, bisweilen mit einer Spur von Biſilikat des Eiſenoxiduls, welche ganz die Kriſtalliſazion des Piroxens annehmen.

Die beim Friſchen des Eiſens entſtehende Friſchſchlacke iſt als Mauerſtein viel weniger von Belang als die Hohofeneiſenſchlacke, dieſe weit mehr als Kupferſchlacke.

Man kann die Schlacke beim Bauweſen ſehr mannichfaltig anwenden:

1) Als Mauerſtein, vorzugweiſe die in Platten geſtaltete Hohofenſchlacke. Sie hat beſtändige Dauer in und über der Erde. Wegen ihrer Leichtigkeit eignet ſie ſich beſonders zu Ausmauerungen leichter Holzwände, zu Wölbungen ꝛc. Die Kalkſpeiſe bindet damit gut und dringt feſthaltend in die Schlackenporen. Als gute Leiter ſind ſie aber nicht wärmehaltend, daher in Wohnzimmerwänden in dieſer Hinſicht nachtheilig, auch waſſereinſaugend, wie Schwamm. In der Nähe der Hütten werden ſie häufig angewendet, wie in Rothenburg im Saalkreiſe, in den Fichtelgebirggegenden ꝛc. Um ihnen in den Hütten eine ſchickliche Mauerform zu geben, kann man ſie auf elaſtiſchen Unterlagen zerſchlagen.

2) Zum Ausbeſſern der Straßen. Dieſe bleiben im Winter nicht leicht mit Eis oder Schnee bedeckt, wenn die Schlacke Metallſchwefel enthält, der ſich mit Feuchtigkeit erwärmt. Man findet überall in der Nähe von Erzſchmelzen ſolche Straßenſtrecken. Bemerkt wird die früher vom geheim. Ob.-Baur. Becherer bei Vietz in der Neumark ausgeführte Schlacken-Kunſtſtraße, worauf aber nachher eine Ausfüllung von kleingeſchlagenen Feldſteinen 2½″ dick gebracht und wieder 2½″ hoch mit Kies überſchüttet wurde. Die Schärfe der Kanten muß dem Hufe ſchaden.

3) Zu Sandmehl geſtoßen als Zuſatz zu Kalkmauerſpeiſe. Dieſes Sandmehl kann wegen Poroſität als Zäment betrachtet werden, wenn es feinſtaubartig verwendet wird.

4) Zu Ausfüllungen der untern Gebäuderäume, worin der Holzſchwamm ſchon wuchert oder zu fürchten iſt. Es ſind damit ſehr gelungene Verſuche gemacht worden.

Endlich erinnere ich, daß dichte Schlacken in der Eremitage bei Baireuth, in kleinen Stücken, mit andern farbigen Steinen, nach ihrer Färbung ſortirt, zum Belag der äußern Mauerflächen und Säulen am Sonnentempel gebraucht wurden, indem man dieſelben dicht an einander in den Kalk eingedrückt. Solche grottenartige Mauerverkleidungen von zerſchlagenen Steinen verſchiedener Farben hat man bekanntlich neuerlich in Berlin bei Wohnhäuſern angewendet und ſie muſiviſchen (Häuſer-) Abputz genannt. Aehnliches geſchieht längſt in Yarmouth, an der ſchiffbaren Yare. Campe (Kind. u. Jug. Schr.) erzählt hiervon: Die Häuſer ſind durchgängig von Backſteinen; viele derſelben aber mit einem weißgrauen Kitt überzogen und mit eingelegten kleinen Feuerſteinen ſo verziert, daß ſie aus Quadern verſchiedener Steinarten zu beſtehen ſcheinen u. ſ. w.

§. 82.

Steinpappe.

Steinpappe, Steinpapier, künſtlicher Schiefer, Erfindung von D. Faxe, 1785, anfangs zu Bekleidungen der Schiffe beſtimmt, gewöhnlich in 1 — 2′ langen und breiten, 1 — 1½‴ dicken Tafeln, in Waſſer Monate lang unveränderlich, in Feuer verglimmend, zerſägbar und an den Kanten hobelbar, wobei Säge und Hobel ſich abſtumpfen. Da Faxe die Bereitung geheim hielt, ſo beſchäftigten ſich nachher Viele mit der Wiedererfindung.

M. ſ. Georgi, in d. Abh. d. freien ökon. Geſellſch. in Petersburg 1. Thl. — die Kunſt, das unverbrennliche, ſchwed. Steinpapier zum Dachdecken nachzumachen, durch Verſuche d. ruſſ. Hofr. Georgi für Böhmen geprüft, von J. Ev. v. Schönfeld, Prag u. Wien, 1792. — Journ. f. Fabr., Manuf., Handl. u. Mode, 10. B., 1796. — Krells Beitr. z. d. chem. Annal., 1786, B. 2. Nach Sorrin beſteht die Pappe aus 2 Kalk und eiſenhaltiger Erde mit etwas animaliſchem (?) Oele, dem Häringsthrane ähnlich, mit 2 Thl. Papiermaſſe.

— Beckmann's phiſ. ök. Biblioth., XIII. B. — Haushaltungsjourn. f. Jed., 1786. Modner in Schweden lieferte ſehr empfehlende Verſuche in Abſicht auf Dauer, Feuerſicherheit ꝛc. — Handlungszeit. od. wöchentl. Nachr., 1787. — Magaz. f. d. Neueſte a. d. Phiſ. u. Naturgeſch. v. Voigt, 4. B., 1786. — Naturgeſch. u. Technol. ꝛc. v. Funke, 1791. im Magasin enciclopédique ou journ. d. Sciences enthält N. 7. T. 2. 1795 Folgendes: Man hat dem Bürger Gardeur eine goldene Medaille für erfundene, künſtliche Schiefer zuerkannt. Sie beſtehen aus einer Art Filz von fadigen Theilen verſchiedener Pflanzen (der Sonnenblumen, großen Neſſel ꝛc.) die durch Hammerſchlag ꝛc. verdichtet, endlich durch eintrocknendes Oel getränkt und für das Waſſer undurchdringlich gemacht ſind. (Gilly's Handb. ꝛc.)

In Breslau erfand Herzberg eine Steinpappe. M. ſ. Zöllners Briefe üb. Schleſien ꝛc., 1792. Seine Fabrik ſetzte Dreſcher fort. Lesʒinskovski in Thorn hatte eine Steinpappe hervorgebracht, welche die Dreſcher'ſche zu übertreffen ſchien. Nachdem er ſie 48 Stunden lang ausgeglüht hatte, war ſie noch feſter. Später ſchrieb Lesʒinskovski, er ſei durch viele Schwierigkeiten abgeſchreckt. Die Dreſcher'ſche Pappe beſteht nach v. Boſe aus 76,₃₁ Kalk; 2,₇₆ Thon; 1 Kieſel; 4 Eiſenkalk; 7 Papiermaſſe, 9 Verluſt. Das Bindemittel ſchien thieriſcher Leim zu ſein. Der Bruch war wolligfaſerig. Thierhaare waren ſichtbar ſparſam eingemengt.

Im Münchner Intellig.-Bl. 6, 1808, wird angezeigt: Mich. Kag zu Mühldorf am Inn verfertige Pappen, die zu Dachſchindeln gebraucht worden ſeien, ohne in der Luft gelitten zu haben. S. Anzeig. d. Teutſch. Nr. 74, 1808. In d. Berl. Zeitg. Nr. 99 und im Verkündiger St. 56 ſteht eine Erfindung des Hrn. Bivanko zu Wien angekündigt, eine Maſſe aus Thon, Sand, Ziegelmehl und Leinölfirniß, die durch Trocknen an der Luft ſteinhart und dem Waſſer undurchdringlich werde.

Die Stoffe zu dieſen künſtlichen Maſſen ſcheinen nicht in ſolcher Menge erhalten werden zu können, daß dieſelben eine ausgedehnte Anwendung zu erhalten vermöchten. Das Ganze ſcheint aber im Grunde nur auf die Bereitung einer guten Kalkzämentmaſſe (eines Schnellmörtels), mit Pflanzen- oder Thier- (Haar-) Faſern durchwebt, anzukommen.

Ueber künſtliche Steine, meiſt aus Thon gebrannt oder aus Schnellmörtel gebildet (künſtliche Sandſteine und Brekzien) ſ. L'art de composer des pierres factices aussi dures que le caillou, p. Fleuret. Par.

Nachtrag. Ueber Schwimmziegel der Alten, dann die, welche Fabroni, Direktor des Muſeums zu Florenz, aus einer Steinmark oder Bergmehl genannten Erde in Toskana, und Faujas aus einer ähnlichen im Ardèche-Dep. formten, handelte ich in der I. Abtheil. d. Werk. Die Erde des Hrn. Fabroni rauchte weiß beim Anfeuchten, brauſete nicht mit Säuren, war unſchmelzbar, ſchwand nicht, verlor ⅛ Gewicht im Feuer. Fabroni fand ſeine Ziegel mörtelbindend, dem Froſte und der Hitze widerſtehend, höchſt wenig wärmeleitend. Er miſchte der zerreiblichen Erde ⅓ Thon bei, wobei ſie ſchwimmend blieben. Sie können dienen zu: Magazinen für Oel, Talg, Thran, Pech in den Seearſenalen, dann zu Schiffsküchen und Pulverkammern. Hr. Faujas errichtete auf einem alten Fahrzeuge damit ein Gewölbe, füllte dieſes mit Pulver, umgab es mit Brennſtoffen und entbrannte dieſe. Das Schiff entzündete ſich und ſank, ohne daß das Pulver explodirte.

§. 83.

Glas.

Das Glas iſt aus einem Gemenge von Kieſel und ätzendem Alkali — Fritte genannt — zuſammengeſchmolzen. Man nimmt den reinſten Sand, Sandſtein oder Quarz und, an den Küſten Natron, das feſteres Glas gibt als Kali, bei uns Potaſche; im rohen Zuſtande dort Soda, bei uns Aſche. Durch mehr Kieſelerde wird das Glas feſter, dauerhafter; durch mehr Laugenſalz auflöslicher. Daher erblindet — trübt ſich — leicht Glas mit zu viel Laugenſalz und der Vortheil der Glasmacherkunſt iſt, die Kieſelerde möglichſt vorſchlagen zu laſſen, die bei gutem Glaſe das Laugenſalz etwa dreifach übertrifft. Mild — mit Kohlenſäure — ſchmelzen Natron und Potaſche nicht mit Kieſel. Durch Röſten und während des langſamen Schmelzens der Fritte entweicht aber die Kohlenſäure aus dem Laugenſalze und dieſes wird ätzend. Beim Röſten im Frittofen, einer Art Backofen, beiläufig aus dem Schmelzofen mit geheizt, wird die Fritte bis zum Eintritt der Sinterung umgerührt. Dann kommt ſie in feuerfeſten, thönernen Schmelzhäfen in den Glas-, Werk- oder Schmelzofen — auf Bänke, die innen herum laufen. Dieſer Ofen (ſ. Hildebrands Enzikl. d. Chem.) wird ganz aus Thon geformt, beſſer aus Werkſtücken, wie die Schmelztiegel, Herde ꝛc. aus Thon mit Kieſelerde genau geformt und gebrannt. Ueber ſolche gebrannte Thonwerkſtücke — Charmotteſteine — ſprach ich oben §. 49 bei der Lehre

über Ziegelbrennerei. In Schleichach iſt der lichte Querſchnitt des Ofens ein Rechteck, mit den Bänken für die Schmelztiegel an den langen Seiten, zwiſchen denen das Holz, von der Schmalſeite eingeworfen, brennt. Der Ofen iſt flach überwölbt. Ueber den Häfen ſind die Oeffnungen zum Zulangen der Glasmacher.

Während des Schmelzens erzeugt ſich ein Schaum — die *Glasgalle* — aus unſchmelzbaren Nebentheilen, der durch *Schaumlöffel* weggenommen wird. Durch Zuſatz von $\frac{1}{20}$ Kreide wird Kali erſpart, das, durch ſie aus der Glasgalle niedergeſchlagen, ſeinen Antheil zu Glas annehmen und bilden kann, die im Uebermaas aber ins Glas übergeht und es trüber und weicher macht. Sauerſtoffentwickelnde Zuſätze: Salpeter, Braunſtein (Glasſeife), weißer Arſenik ꝛc. machen das Glas heller; Bleioxide: Maſſikot, Mennig, gaben Anlaß zur Erfindung des *Flintglaſes*. Braunſteinzuſatz ſoll die grüne Färbung des Eiſenoxiduls zerſtören. Aber noch grünes, braunſteinhaltendes Glas wird vom Sonnenlichte (das in farbloſem Glas violette Farbe erzeugt) entfärbt.

§. 84.

Glasformung.

Die *Glasformung* geſchieht durch Guß oder Blaſen. Die großen Spiegelgläſer werden nach *Thewart's* Erfindung (1688) gegoſſen. Dabei wird die auf erhitzte Metallplatten ausgegoſſene Maſſe mit metallnen, polirten Walzen ausgeſtrichen. Man kennt auch die Kunſt, mehre Tafeln in ein Ganzes zuſammen zu ſchmelzen. Heißes Glas, äußerſt dehn- und formbar, läßt ſich biegen, ſchneiden, zuſammenkleben ꝛc. Der Glasbläſer langt mit der eiſernen Spitze eines Blasrohrs — der *Pfeife* — einen Klumpen weicher Glasmaſſe aus dem Schmelztiegel und bläst ihn aus. Durch fortgeſetztes Blaſen unter wiederholter Erwärmung, unter Schwenken, Drehen auf naſſen Hölzern, verſchiedener Haltung ꝛc. formt er hohle Kugeln, Zilinder ꝛc. Aus dieſen wird dann weiter das gewöhnliche Spiegel- und Fenſterglas gemacht, entweder im *Auslaufofen* zu ebenen, großen, runden Scheiben — *Halbmondglas* — oder im *Streckofen* zu *Streckglas*.

Die Formung des Halbmondglaſes geſchieht alſo: Die ausgeblaſene Kugel wird aufrecht gehalten, wodurch ſie oben einſinkt. Ein Arbeiter nimmt eine Eiſenſtange, taucht ſie in geſchmolzene Glasmaſſe und kittet ſie mitten auf der untern Rundung, auf dem eingeſunkenen Boden, der Pfeife entgegengeſetzt, an. Wird der Kugelhals mit einem naſſen, ſpitzigen Eiſen berührt, ſo erfolgt mit einem Schlag auf das Rohr die Trennung. Ein Arbeiter hält dann die geöffnete Kugel durch eine runde Oeffnung in den *Auslaufofen*, daß die Flamme hineinſchlage, während er die Stange möglichſt ſchnell im Kreiſe dreht. Nach einiger Zeit dehnt ein Arbeiter mit einem naſſen Holze die Oeffnung aus, worauf die Kugel wieder in den Auslaufofen kommt, wo ſie endlich ſich ſchnell erweitert und durch die Zentrifugalkraft während des Drehens um den Mittelpunkt ſich in eine kreisförmige Scheibe ausdehnt, die in den *Kühlofen* — *Temperirofen* — kommt.

In Schleichach wird eine Scheibe gewöhnlich 42″ (brab.) im Durchmeſſer groß. Durch die Schnitte ab, cd, eg, fh Fig. 168 erhält man die Halbmonde A, A und Stücke B, B; ef beträgt meiſt 6″. Da wegen des Knorzes c in der Mitte, wo die Scheibe gefaßt wird, nur Kreisabſchnitte A erhalten werden, ſo iſt die Benutzung dieſes viel glänzendern Mond- oder Kronglaſes ſehr beſchränkt und man erfand das Streckglas, das aber durch Berührung auf der Streckplatte matt wird. Ich erfand daher eine Auslaufmaſchine, wodurch die Scheibe am Rande gefaßt wird, wobei alſo viel größere Rechtecke im ganzen Kreiſe ausgeſchnitten werden können, zugleich die Scheiben durch weit größere Schwunggeſchwindigkeit vollkommen eben werden. Da ich das in Bayern darüber genommene Privilegium wegen Mangel an Gelegenheit zur Ausführung wieder aufgab, ſo behalte ich mir vor, bei anderer Gelegenheit dieſe Vorrichtung bekannt zu machen.

Das *Streckglas* wird aus geblaſenen Walzen — *Düten* genannt — geformt. Die Kappen — Böden — werden abgeſchnitten oder abgeſprengt. Der ſo geöffnete Zilinder wird dann auch nach der Länge zertrennt, indem man mit einem heißen, ſpitzigen Eiſen in der Trennungslinie hin und her fährt, dann dieſe an einer Stelle annäßt. Der ſo geöffnete Zilinder wird auf eiſernen Stangen nach und nach durch die Röhre des Streckofens hinein auf den Herd geſchoben, wo er platt aus einander fällt. Die ebene Tafel wird in den *Kühlraum* geſchoben. Dieſes Streckglas wird durch Berührung mit dem Streckherde ſtets matt; das Auslaufglas, frei in der Luft gebildet, hat dagegen vollen Spiegelglanz, konnte aber nur in kleinen Halbmonden erzeugt werden, wogegen ich durch Vermeidung des Mittelknorzes aus zugleich viel größern Kreiſen (Monden) ein volles Gevierte erhalte.

§. 85.

Geſchichte des Glaſes.

Nach Plinius (36, 65) erfanden phönikiſche Kaufleute zufällig das Glas, indem ſie an der Mündung des Fluſſes Belus ihre Feuerkeſſel auf dem Sande durch Natronſtücke, die ſie aus ihren Schiffen nahmen, erhöhten, wobei Sand und Natrum zuſammen ſchmolzen. Berühmt wurden nachher die Glasfabriken zu Sidon und Alexandria, wo man lange nur den Sand vom Belusſtrande verwendete. Plinius ſpricht vom Schmelzen der Maſſe, vom Verfertigen des Glaſes durch Blaſen, Abdrehen, vom Einſchneiden bildlicher Figuren und von Erfindung der Spiegel zu Sidon. Salomo (in Hiob) ſchätzt noch das Glas dem Golde gleich. Später war es in Rom, wo man auf einer Inſel viele Trümmer augenſcheinlich gedrehter Glasgefäße fand (Winkelman: Geſch. d. Kunſt 1. 5), ſehr wohlfeil.

Man iſt allgemein der Meinung, daß die Alten in ihre Fenſter noch keine Glasſcheiben einſetzten, ſondern hierzu nur den Lapis specularis — das Frauenglas — kannten. Nachdem man aber eine Menge Trümmer der ſchönſten Glasſcheiben in den ausgegrabenen Städten am Veſuv, beſonders in Pompeji, dann in der alten Stadt Velleja fand, gibt man nothwendig zu, daß der Gebrauch der Glasfenſtertafeln wenigſtens zu den erſten römiſchen Kaiſern hinauf reiche. Der berühmte Alterthumskenner Hirt ſtellt aber mit überzeugenden Gründen im III. Thl. Beilage C ſeiner vortrefflichen Geſch. d. Bauk. b. d. Alten die Behauptung auf, daß ſchon früher das künſtliche Glas ſo wie zu ebenen Spiegeln auch zur Verglaſung der Fenſter gebraucht, dagegen der Lapis specularis aus Luxus eingeführt wurde. Er führt die Stellen der alten Schriftſteller an, bei denen die Fenſterſcheiben bald specularia bald lapides speculares genannt werden. Hirt ſcheint gründlich genug zu beweiſen, daß „Specularia" künſtliches Glas, dagegen „lapis specularis" ausſchließlich Frauenglas war. Da ein unvollſtändiger Auszug zur Entſcheidung dieſer Streitfrage nicht zureicht, ſo verweiſe ich auf die genannte Abhandlung des Herrn Hofraths Hirt. Im Mittelalter wurden die Glasſpiegel lange Zeit mit Blei belegt. Schon vor Thewart (1688) verſtand man, 2 und 2 Spiegel, auf Bretter gekittet, mit Smirgel und Sand zu ſchleifen und mit Bolus, Kolkothar, Tripel, Zinnaſche zu poliren. Die Glasvergoldung iſt teutſche Erfindung.

§. 86.

Glasſorten.

Die Güte des Glaſes beruht auf Farbloſigkeit— Weiße, Helle; Reinheit von Blaſen und Streifen — Schlirren; hinlänglicher Größe und Dicke bei Feſtigkeit und Dauer (gegen Erblinden); Glanz — Spiegel — der ſich auf dem Bruche zeigen ſoll; Ebenheit. Das Streckglas theilt man in manchen Gegenden in extrafeines Glas, in Kreideglas und Grünglas. Letztere Sorten verkauft man nach Schoffen — Schocken. Beim Kreideglas hängt die Zahl der Tafeln — Scheiben — von der Größe ab. So enthält z. E. ein Schoff:

1 Tafel		27″	breit,	36″	hoch, oder
2 Tafeln	zu	26½″	—	28¼″	— —
3	—	— 25″	—	27″	— —
4	—	— 24″	—	26″	— —
5	—	— 23″	—	25″	— —
6	—	— 21″	—	23″	— —
7	—	— 19″	—	22″	— —
8	—	— 18″	—	19″	—

u. ſ. f. bis 30 Tafeln. Das hier angegebene Maas iſt rheinl., das Hüttenmaas anders. Gewöhnlich enthalten die Schoffe bis 14 Tafeln. Kleiner als Vierzehner und größer als Einer müſſen gewöhnlich beſtellt werden.

Das böhmiſche, extrafeine, weiße Glas hat in der Regel folgende Maaſe:

Anzahl der Tafeln in einem Schocke.	Kurze Sorte.				Lange Sorte.			
	Nach rheinl. Zollen.		Nach bajerſch. Zollen.		Nach rheinl. Zollen.		Nach bajerſch. Zollen.	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
1	35	30	37 1/2	32 1/5	36	29	38 7/10	31 1/5
2	33	27	35 1/2	29	34	26	36 1/2	28
3	31	26	33 3/10	28	32	25	34 4/10	26 4/5
4	28	25	30	26 4/5	30	24	32 1/5	25 4/5
5	26	23	28	24 7/10	28	22	30	23 6/10
6	25	22	26 4/5	23 6/10	27	20	29	21 1/2
7	23	21	24 7/10	22 1/2	25	19	26 4/5	20 4/10
8	21	19	22 1/2	20 4/10	23	18	24 7/10	19 3/10
9	20	18	21 1/2	19 3/10	21	17	22 1/2	18 3/10
10	19	17	20 4/10	18 3/10	20	16	21 1/2	17 1/5
12	17	16	18 3/10	17 1/5	18	15	19 3/10	16 1/10
14	13	14	14	15	12	15	12 9/10	16 1/10

Das grüne Glas, wovon die beſte Sorte auch wohl Streckglas genannt wird, wird kiſtenweiſe verkauft, daher Kiſtenglas genannt. Jede Kiſte enthält 20 Gebinde zu 6 Tafeln, alſo 120 Tafeln, jede 20″ hoch, 18″ breit.

Das Spiegelglas erhält man in der Berliner Fabrik bis zu 47″ (rheinl.) breit, 80″ hoch.

§. 87.

Smalte.

Durch Kobalt in den Blaufarbenwerken gefärbtes Glas, zu feinem Sände gerieben, bildet die Smalte, zur Kalkmalerei, überhaupt in Paſtell-, Waſſer-, Wachs-, Oelmalerei ſehr brauchbar. Die Bereitung dieſes Blauglaſes gründet ſich darauf, daß die Kobalterze in einem Reverberirofen — Röſtofen — geröſtet, dann gepocht, geſchlämmt, wieder geröſtet werden, um daraus Wismuth, Schwefel, Arſenik (der als weißer Arſenik — arſenichte Säure — in den Giftfängen aufgefangen wird) zu ſcheiden. Die Kobaltfritte beſteht aus 250 Pf. kalzinirtem, gepochtem, geſiebtem Kobalt, 281 Pf. kalzin. Potaſche, 600 Pf. kalzin. Quarze oder rein geſchlämmtem Quarzſande, 20 Pf. weißem Arſenik. Das in feuerfeſten Thongeſchirren geſchmolzene Blauglas wird nach Abſchäumen (der Speiſe) in die Speiſebutten (mit Eiſenlöffeln) geſchöpft, worin ſtets friſches Waſſer zuſtrömt. Dieſes Glas wird dann auf Mühlen mit Läufern auf Bodenſteinen fein gemahlen und ſorgfältig geſchlämmt, wobei die verſchiedenen Sorten ausgeſchieden werden. Die feinſte, höchſtblaue Sorte gibt das Königsblau, die blaſſeſte, gröbſte den Eſchel — Sumpfeſchel. M. ſ. technol. Lex. v. Poppe. B. I. Das Zaffra — der Saflor — u. a. zur Töpferglaſur verwendet, iſt geröſtetes, geſiebtes Kobalterz mit 2 — 3 Thl. geröſtetem, gepochtem, ausgeglühtem, geſiebtem Quarzſande.

Davy fand den Kobalt in einigen blauen Gläſern aus den Grabmälern Großgriechenlands und in den Trümmern der Bäder des Titus, aber in keinem Gemälde Smalte. Nach Lehmann (hiſt. Schaupl. d. Meißn. ob. Erzgeb., 1688) erfand der Böhme Chr. Schürer in Sachſen (Neudeck) die Smalte. Die Holländer lieferten bald beſſere Smalte als die ſächſ. Fabr., die dadurch ſich verbeſſern mußten. Nächſt Sachſen hat Norwegen zu Modum das beſte europa'ſche Blaufarbenwerk. Das zu Wittichen (Baden) liefert jährlich 3,000 Ztr.

Die (ſapphirblaue) Smalte ſteht wegen Durchſichtigkeit und Lichtbrechung dem Ultramarin nach. Ein Email aus gleichen Theilen Thon und Kalk mit Kobaltoxid ſoll dieſen Fehler nicht haben. Das Thenard'ſche Blau, in Oel und Fresko der Smalte vorzuziehen, ultramarinſchön, iſt eine Verbindung von Phosphorſäure, Kobaltox[illegible]honerde.

Kalk und Mörtel.

§. 88.

Kalk und Mörtel. Geſchichte.

Die Verbindung einzelner Steine zu einem Mauerkörper — einer Mauer — war zu verſchiedenen Zeiten, an verſchiedenen Orten, nach Verſchiedenheit der Steine, des Zweckes und der äußern Verhältniſſe ꝛc. ꝛc., ſtets ſehr manchfaltig. Mehre Menſchenalter vor Troja's Zerſtörung, unter **Prötus** und ſeinem Neffen **Perseus**, kamen aus Likien Bergleute nach **Argolis** und bauten die Ringmauern von **Tirins** und **Mikenä** aus ſehr großen, mehrſeitigen (nach **Pausanias** für 1 Joch Ochſen ſchweren) Steinen, deren Zwiſchenräume durch kleinere ſo ausgefüllt wurden, daß eine allſeitige Berührung der Steinflächen ſtatt fand. Solche Mauern (die Hirt zu **Cora, Palestrina, Albi, Arpens etc.** fand) nannte man kiklopiſche, von dieſen Bergleuten, die, weil ſie die Berglampe auf der Stirnmitte trugen, Kiklopen — Einäugige — hießen. Nachher breitete ſich dieſe Bauart aus und noch jetzt ſehen wir davon die Reſte in Griechenland, in deſſen Pflanzſtädten und in Italien. Später bauten die Griechen ꝛc. ꝛc. mit großen, würfligen Steinen — Werkſtücken; früher aber ohne Mörtel, meiſt durch Bolzen, Dübel und Klammern von Metall, Erz, hartem Holze ꝛc. verbunden. So: die Mauern des Piräus, j. **Porto Lione**, ꝛc. ꝛc. Säulenſtücke wurden auf einander geſetzt, gedübelt und durch Kreisbewegung auf einander faſt bis zur Unkenntlichkeit der dünnen Fügung zuſammengeſchliffen. Erſt nach der Erfindung des Kalkmörtels, die Einige ungewiß den Tirrhenern *) zuſchreiben, obgleich im Innern ägiptiſcher Piramiden Füllwerk mit Sandmörtel gefunden wird, bauten die Griechen, Römer ꝛc. mit kleinen Steinen. Die Babilonier kitteten ihre Luft- und Backſteine mit Asphalt — Erdpech — vom **Iss**, nach **Heeren** jetzt **Hid** genannt, in den Euphrat mündend, 8 Tagreiſen oberhalb Babilon (**Diodor**). Hirt bemerkt: Bei der Stadt **Iss** wurde das Erdpech vom gleichnamigen Flüßchen in Klumpen ausgeſtoßen, in den Euphrat geführt und hier aufgefiſcht. Nach **Erini d'Hegrini** grub man bei Babilon das Erdpech aus und ſchmolz es zum Gebrauche in Pfannen, wie es die Aegipter zur Ausfüllung ihrer Mumien thaten. Die Verbindung geſchah zwiſchen Rohrſtengeln. So beſtanden die dortigen berühmten Ringmauern nur in den Häuptern aus Backſteinen mit Asphalt; der Zwiſchenraum erhielt ein Füllwerk von Luftziegeln, Schilf und Erdpech. **Niebuhr** fand die Bindung des Erdpechs geringer als die des Kalkmörtels. Alte Schriftſteller hatten aber davon eine große Meinung. **Dio Kassius** (B. 68. K. 27) ſagt: Trajan habe in Babilon dieſes Harz geſehen; es binde die gebrannten Steine feſter als Fels und Eiſen. Jetzt werden die ungebrannten Lehmſteine mit Lehm geſpeist. Auch andere Steine können, wo es auf Bindung nicht ankommt, in trockenem Grunde, beſonders bei Feuermauerungen, in Lehm gelegt werden. **Albinus** erzählt, daß man ſich ſonſt heißer Quellen, die beim Erkalten viel Kalk abſetzen, zur Mauerſpeiſung bediente (?). Merkwürdig ſind die verglasten Burgen in Schottland, z. E. von **Craig Phadrick**, deren Steine wahrſcheinlich durch ungeheure, künſtliche Brände, zur Zeit der Urwälder, zuſammengeſchmolzen erſchienen. Von der Verwendung des Gipſes zu Mauerſpeiſe — Gipsmörtel — ſpreche ich nachher. Der wichtigſte Verbindungsſtoff der Mauerſteine iſt aber der Kalkmörtel — ein Gemenge von harten Steintrümmern, Sand, Staub mit gelöſchtem, ſich erhärtend jene zerſtreuten Steinkörner einhüllendem und mehr oder weniger zuſammenkittendem Kalke.

§. 89.

Kalkerde. Löſchen des Aetzkalkes.

Kalkerde — reiner, lebendiger, ätzender, gebrannter, ungelöſchter, kauſtiſcher Kalk —

---

*) In Moſes 27, 2, heißt es: Und zu der Zeit, wenn ihr über den Jordan gehet ꝛc. ꝛc., ſollſt du große Steine aufrichten und ſie mit Kalk tünchen; in Heſekiel Kap. 13, V. 10, 11, 14 heißt es u. a.: Sprich zu den Tünchnern, die mit loſem Kalk tünchen ꝛc. ꝛc.; ſ. Kap. 22, V. 28; Jeſaias 33, 12; in: Pſalm 102, 15 heißt es: Denn deine Knechte ꝛc. ſähen gern, daß ihre Steine und Kalk zugerichtet würden.

Aetz-, Betz- (Beiz-), Bitter-, Leder-, Löſchkalk — chaux vive, terre calcaire — Lime — Kalziumoxid — iſt, ſo, wie Strontian, Barit, Magneſia, eine alkaliſche Erde. Dieſe Erden ſind in Waſſer ſchwer löslich, ziehen aber, die Magneſia ausgenommen, dennoch aus dem Luftkreiſe Waſſer an und zerfallen. Sie ſchmecken herb und ätzend, färben, wie die 4 Alkalien: Kali, Natron, Lithion und Ammoniak, gelbe Pflanzenſäfte braun, blaue grün, Lakmus ausgenommen, bilden mit Fetten und Oelen in Waſſer unlösliche Seifen und ſind für ſich allein im Ofenfeuer unſchmelzbar, wohl aber mit andern Erden zugleich. Ein Theil Kalk ſchmilzt ſehr leicht mit $^1/_3$ Thon, ſchwerer mit $^2/_3$, noch ſchwerer mit 1 Thl. Thon, mit $^1/_8$ Thonerde nur in Lebensluft. Der Aetzkalk iſt weiß; 2,3 ſchwer; thieriſche und pflanzliche Gebilde zerſtörend: er ſchmilzt für ſich nur in der Kette großer Volta'ſcher Batterien, im Knallglasgebläſe.

Dalton fand, daß reiner Kalk zur Auflöſung mehr warmes als kaltes Waſſer fordere. Philips fand beſtimmter, daß hierzu 1 Theil Kalk 656 Theile Waſſer von 0° C.; 752 Theile von 15° C.; 1,280 Theil von 100° C. erfordere.

Befeuchtet man den gebrannten Kalk mit Waſſer, ſo erhitzt er ſich ſchnell. Die Erhitzung der Maſſe kann bis zum Hellrothglühen ſteigen. Sie berſtet und zerfällt dabei kniſternd rauſchend unter Entwicklung emporſteigender Waſſerdämpfe mit etwas Kalk, wodurch dieſe Augen, Naſen ꝛc. reizen. Das aus einander gefallene, weiße Kalkpulver — Kalkhidrat — gelöſchter Kalk — chaux éteinte — slacked lime — enthält 0,24 Waſſer und iſt dann nicht mehr ſo ätzend. Der hohe Hitzgrad, wobei Schießpulver, ſelbſt Holz entzündet werden kann, entſteht durch Binden — Feſtwerden — dieſes Waſſers im Kalkhidrate. In freier, feuchter Luft zerfällt der gebrannte Kalk nach und nach unter fortdauernder Wiederabkühlung, alſo ohne merkbare Erhitzung, in Kalkhidratpulver. Mit dieſem Kalkhidrate bildet ſich aber dann auch zugleich, durch Wiederanziehung von Kohlenſäure aus der Luft, welche durch das Brennen aus dem rohen, milden Kalke ausgetrieben war, zum Theil neutraler, kohlenſaurer Kalk, wodurch eben ſolcher Kalk als Baukalk für unbrauchbarer gehalten, daher abgeſtandener, abgeſtorbener genannt wurde. Kommt zum Kalkhidrate, in welchem das gebundene Waſſer trocken wurde, mehr Waſſer, ſo bleibt dieſes frei und bildet mit dem darin gemengten Hidrate den Kalkbrei — Weißkalk — gelöſchten, geſchwemmten Kalk — chaux fondue. Noch mehr Waſſer erzeugt die Kalkmilch — lait de chaux — und endlich noch mehr das helle Kalkwaſſer — eau de chaux — lime-water — gelind alkaliſch wirkend, das etwa $^1/_{500}$ Kalk aufgelöst enthält. Es zieht aus der Luft Kohlenſäure an, wodurch ein Häutchen von kohlenſaurem Kalke gebildet wird, das niederfällt und einem neuen Platz macht, bis ſo aller aufgelöste Kalk ausgeſchieden iſt. Daher muß Kalkwaſſer ſo, wie gebrannter Kalk, in luftdichtgeſchloſſenen Gefäßen aufbewahrt werden, wenn Karbonatbildung gehindert werden ſoll.

§. 90.

Vorkommen des Kalks.

In der Natur iſt immer die Kalkerde mit Säuren, mit andern Erden und Oxiden ꝛc. ꝛc., meiſt mit kohlenſaurer Bittererde, kohlenſaurem Eiſen- und Manganoxidul, Thon, auch erdharzigen und organiſchen Theilen ꝛc. ꝛc. verbunden. Sie erſcheint:

Als roher — todter — milder — ungebrannter — kohlenſaurer — luftſaurer Kalk — Carbonate de chaux — C. of Lime — in Verbindung mit Kohlenſäure in den kohlenſauren Kalkſteingattungen, welche zu ätzendem Kalke gebrannt werden; eben ſo in den Muſcheln und Korallen, die man an den Seeküſten ebenfalls zu Baukalk brennt. Der künſtlich erzeugte kohlengeſäuerte Kalk, geruch- und geſchmacklos, aus 56,29 Kalk und 43,71 Kohlenſäure beſtehend, ein weißes, zartes Pulver, iſt nur in 16,000 Thl. reinem Waſſer, viel leichter in kohlenſauerem löslich. In letzterm — häufig in den harten und Mineralwaſſern — bildet er doppeltkohlenſauern Kalk — Bicarbonate de chaux — B. of Lime — und er ſcheidet ſich beim Verdunſten des geſättigten Waſſers daraus als neutraler, kohlenſaurer Kalk. So der Sprudelſtein in Karlsbad, der Tropfſtein in Höhlen ꝛc. In heftiger Glühehitze wird die Kohlenſäure aus dem milden Kalke ausgetrieben, zumal wenn Waſſerdämpfe die Verflüchtigung der ausgetriebenen Säure befördern und wenn der Kalk nur loſe geſchichtet das Durchſtreichen der Dämpfe und des Gaſes leicht geſtattet. Gepulverter, kohlenſaurer Kalk, in einem Tiegel feſtgeſtampft und geglüht, gibt kaum die Kohlenſäure ab. Reiner Kalk wird nie todt gebrannt; nur wenn er, mit andern Erden und Oxiden gemengt, leichtflüſſiger auf der Oberfläche zuſammenſintert, wodurch der Kohlenſäure

im Innern der Austritt verſperrt wird. Die Kalkerde, eine der kräftigſten Salzbaſen, bildet in der Natur noch mancherlei Salze: mit Schwefelſäure den Gips — Sulphate de chaux; mit Flußſäure den Flußſpat. Mit Phosphorſäure kommt ſie als Stein, in den Thierknochen, Pflanzengerippen vor. Mit Salzſäure — Chlorwaſſerſtoffſäure — und mit Salpeterſäure bildet ſie Salze, die beim Mauerfraß ihre Rolle ſpielen. Der kieſelſaure Kalk bildet Zäment beim Waſſermörtel ꝛc. ꝛc.

§. 91.

Mörtel: Gemeiner und Waſſermörtel.

Im Mörtel iſt die Kalkerde als Brei (Kalkhidrat + Waſſer) harten Steinkörnern (Sand ꝛc.) zugemengt und zwar rein — fett — ohne andere Beimengungen, wodurch der gemeine — fette Mörtel entſteht, der nur in der Luft allmälig erhärtet, aber nicht im Waſſer, damit vielmehr, vor ſeiner Erhärtung in Luft, ſtets erweichlich, zu Kalkmilch mengbar und ſomit zerſtörbar iſt; oder untermengt mit andern ihn im Waſſer ſchnell kittenden Stoffen — Zämente genannt. Man nennt ſolchen Kalk magern und den damit gebildeten Mörtel, der in Waſſer erhärtet, hidrauliſchen, Waſſer-Mörtel. Der magere Kalk (zu Waſſermörtel) iſt durch die Beimengungen nach dem Brennen meiſt gelblich ꝛc., der fette aber deſto weißer, je reiner oder fetter er iſt. Ehe wir die Natur dieſer verſchiedenen Mörtelarten näher unterſuchen und darnach die Bereitung derſelben beſtimmen, müſſen wir vor Allem den rohen Kalk brennen, und den gebrannten gehörig löſchen und ſofort behandeln lernen.

Die 6,000 Häuſer der Stadt Angora (einſt: Ankira etc., noch reich an Denkmälern alter Kunſt: 6 Marmorlöwen in Lebensgröße, eine — Kis minaressi, Mädchenminare, genannte — 50′ hohe, wagrecht geſtreifte 3½′ dicke Säule mit korinth. Kap., auf 10′ hohem Geſtelle, ein Auguſtustempel mit dem ankiriſchen Monumente, von weißem Marmor, mehre Grabmäler ꝛc.) beſtehen z. Thl. aus einer Art Mörtel von Steinfeſtigkeit, unter dem Namen: Mörtel von Angora (Enguri kirpotschi) berühmt.

§. 92.

Brennkalk: Tuff-, Stinkſtein, Dolomit, Kreide. Vorkommen.

Brennkalk wollen wir jeden kohlenſauren — rohen, milden ꝛc. — Kalk nennen, woraus durch Austreiben der Kohlenſäure in hinlänglicher Hitze Aetzkalk genommen werden kann. Bei Weitem am häufigſten werden zur Mörtelbereitung die kohlenſäuren Gattungen des Steinreiches angewendet, die man in Gebirgsbänken, in Trümmern, als Flußgeſchiebe, Sand, wie in Bajern's großer Ebene vom Alpenfluſſe hinab zur Donau, ſelbſt als Erde findet. Von den Tünchnern wird beſonders der aus okkerfreiem Tuffſtein gebrannte Kalk zum Weißen geſchätzt. So wird der Bamberger unter dem Namen Weiß zum Weißen der Zimmer nach Würzburg ꝛc. ꝛc. verführt. Schon die Alten zogen zu Tünchnerarbeiten den Kalk aus löcherichten Steinen vor.

Der aus Stinkſtein gewonnene Kalk iſt etwas mager und ſehr gut bindend. Nach Bergmann verwendet man ihn allgemein dazu in Weſtgothland, wo er häufig bricht. Da er, ſo bald er roth glüht, durch ſein Erdharz ſelbſt ſehr viele Wärme entwickelt, ſo erfordert er um ſo weniger Brennſtoff. Mit Erdharz überladen kann er ſogar wie Steinkohlen zur Feuerung ſelbſt verwendet werden, wie in der Grafſch. Galwei, wobei er ſich allemal zu Kalk brennt.

Der aus (thonigem) Oolite — Rogenſteine — gebrannte Kalk wird allgemein für ſchlecht erklärt. Es iſt aber nicht gewiß, ob er nicht etwa einen guten Waſſermörtel liefere.

Beſonders der thon- und kieſelhaltige Dolomit hat die Eigenſchaften zum Waſſermörtel. So benutzt man ihn auch in der Nachbarſchaft von Plymouth. Er erfordert ſtarke Hitze zum Garbrennen. Rondelet bemerkt: der magneſiahaltende Stein bei Gap aus der „Cretage“ genannten Gegend liefere einen grauen Kalk, der mit Sand viel ſtärker binde als weißer Kalk.

Wie in Frankreich, wird beſonders in England (York-, Wilthshire, Kent, Sussex, Salisbury, Nortfleet, Rochester, Gravesand etc.) Kreide zu Kalk gebrannt. Man zerſchlägt ſie in kleine Stücke und glüht ſie etwa 24 Stunden in beſonders dazu erbauten Oefen, zwiſchen ſehr dünnen Lagen von zerſtoßenen Steinkohlen geſchichtet.

Oft wird ſie unterirdiſch abgebaut und liefert, nach v. Leonhard's Behauptung, einen vortrefflichen Mörtel. Dieſes wird aber bei unreiner, Sand und Mörtel ꝛc. als Zäment enthaltender Kreide gelten (?).

Den fetteſten Kalk liefert der (reine, kriſtallige) Urkalkſtein. Rondelet rühmt den Baukalk von Turin, Padua, Venedig, Rom. Der graue Kalk von Metz liefert, friſch gebrannt, einen Grobmörtel (béton) zu Gußgewölben. Vortrefflich iſt der Lioner Kalk aus dem harten Steine von St. Cyr. Mittelmäßig iſt der Pariſer. Dort iſt der beſte der von Senlis und Champigny; der von Meudon, Chanville, Marly iſt fett; am wenigſten geſchätzt iſt aber der von Melun und Corbeil. Zu Fontainebleau gebraucht man den aus der „Champagne" genannten Gegend kommenden, vortrefflichen Kalk. Rondelet nennt mehre graue Kalke, wie den von Nevers, die ſtärker mit Sand und Stein binden, als weißer Kalk. Der Kalk von Tula, den man in Petersburg anwendet, iſt ein mittelmäßiger Zämentkalk, der aber durch ſchlechte Behandlung ſo abſtirbt, daß man dann oft etwas Gips darunter nimmt. M. ſ. Traité sur l'art de faire de bons mortiers etc. par Raucourt de Charleville. Par., 1828.

Der Stein von Lena in Schweden, der ſehr feſten Mörtel gibt, enthält 90 Kalk, 4 Thon, 6 Bittererde, nach Bergmann und Guiton de Morveau. Letzterer ſchlug daher zu einem künſtlichen, magern Kalke ein Gemenge vor aus 90 gepulvertem, gemeinem Kalkſteine, 4 Thon, 6 ſchwarzem Manganoxide oder auch Weißeiſenerze.

Der Stein von Senonches (Dep. d'Eure et Loire), in Paris ꝛc. zu Waſſerbauen ꝛc. verwendet, enthält nach Descotil ¼ fein vertheilte Kieſelerde.

§. 93.

Fortſetzung.

Ich erinnere an folgende, theils örtliche, beſondere Benennungen des Brennkalkes: Berg-, Steinkalk, aus Steinen gebrannt, im Gegenſatz von Muſchelkalk, aus Muſcheln gebrannt; Mergelkalk — Hammerkalk — iſt theils ſchmieriger — Bruchkalk — theils trockener — mehliger — Erdkalk — Sparkalk. Aber auch Bergmehl, Kreide ꝛc. nennt man Erdkalk und unter Sparkalk verſteht man auch Gipskalk, meiſt aber wohlfeilere Gemenge von Kalk, Gips, Lehm ꝛc. ꝛc. Leſekalk nennt man in der nordteutſchen Ebene die einzelnen auf und in der oberſten Erdkruſte befindlichen Kalkſteingeſchiebe — Leſeſteine. Hiermit behilft ſich größtentheils Niederteutſchland, Preußen, ſo weit man nicht die Steine von Rüdersdorf beziehen kann, oder Mergelkalk den Mangel erſetzt, die nördliche Hälfte von Niederſachſen, ſo weit man nicht den Gips von Lüneburg und Segeberg beziehen und benutzen kann. In Meklenburg und Neupommern formt man das ſchmierige Gebilde des Wieſenmergels, trocknet die Ballen in der Luft und brennt ſie zu einem ſehr brauchbaren Baukalke. Beſonders reich daran iſt Meklenburg-Strelitz. Auch in den Marken, in Pommern, Preußen, Poſen gibt es viele Mergelbrennereien, nicht allein zur Bereitung des Baukalkes, der oft einen guten Waſſermörtel liefert, wie in der Senonches in Frankreich, ſondern auch zum Düngen (Miſchen) des fetten Ackerthonbodens. Die Kalkmergelerde wird eingeſumpft, in Ziegelformſtücke gebildet, getrocknet, dann gebrannt. Die Brennöfen ſind meiſt Ziegelöfen ohne Gewölbe, beſſer überwölbt. Nach dem Brennen löſcht man den Mergelkalk zu trocknem Staube — Hidrate — und packt ihn zum Aufbewahren in Fäſſer, während dem ſein bindendes Zäment ſich mehrt. Roh wiegt 1w' (preuß.) 120 — 124 Pf. (Berl.), getrocknet 100 — 103 Pf., gebrannt 36 — 38 Pf. Der Kalkmergel wird bei ſeinem Thon- und Kieſelgehalte leicht todt gebrannt; es entſteht eine ſchäumige, aufgeblaſene, glaſige Schlacke. Zu hidrauliſchem Kalke dürfen die mehrthonigen Mergel nur deſto ſchwächer gebrannt werden. Fuchs a. a. O. bemerkt viele hierzu taugliche Mergelſorten am Gebirgsfuße der bajerſchen Ebene, z. E. bei Tegernſee, Polling und Weilheim, am Dillenberg bei Neumark (bituminös) ꝛc. ꝛc. In Hamburg, Bremen ꝛc. bezieht man rohen oder gebrannten Kalk über See von Gothland, Faxö in Seeland ꝛc. Ober Vilshofen an der Donau, unter Lohe, iſt ein Flötz von Kalkmergel (Schultes), das, da bis Stein (bei Wien) hinab kein Kalk mehr vorkommt, den ganzen innern Waldbezirk und die obere Gegend von Paſſau verſieht. Ich erinnere an die Kalkbrüche bei Flintsbach ober Vilshofen. Bei Runding, am Hohenbogen bei Kam, fährt man durch einen Schacht in tiefe Kalkbrüche. Hier iſt der körnig blätt'rige Kalk mit Quarz gemengt. Die Kalk- und Ziegelbrennereien zu Angermund, zwiſchen Düſſeldorf und Kaiſerswerth, ſind bedeutend, da das Kalkgebirge aus dem märkſchen Süderland durch das Unterbergſche hier ausläuft und von da ganz Cleve, einen großen Theil vom Kölniſchen, Jülichſchen ꝛc. verſorgt. Aus den Kalkbrüchen zu Hermsdorf im Erzgebirge werden jährlich bis 12000 Tonnen abgeſetzt.

§. 94.

Seemuſchelkalk.

Aber auch Schaalthiererzeugniſſe: Auſterſchaalen, Madreporen ꝛc., werden an den Meerküſten gebrannt (Muſchelkalk). Daß das ſchon von den Alten geſchah, ſehen wir aus Vitr. II. 5.; VII. 2.; Plin. 36. 53.; Pallad. 1. 10.; Dioscorid. 5. 133. So brennt man häufig am teutſchen und baltiſchen Meere Muſchelſchaalen, die nach der Flut am Strande auf Haufen zuſammen getragen werden. Sie liefern vorzüglich weiße Kalktünche. In Hamburg iſt es, nach Büſch, vorzüglich die mia pictorum, die auch an den holländiſchen und frieſiſchen Küſten geſammelt und von dort den Kalkbrennereien längs der Niederelbe häufig zugeführt wird. In Holland iſt es beſonders die kleine, ſich ungemein mehrende Muſchel auf der Rhede von Schevelling. Von jener unerſchöpflichen Bank gehen Schiffsladungen auf den Kanälen nach Leiden hinauf, wo große Torfkalkbrennereien beſtehen (Faujas). So iſt es in Indien (S. Lad. Maria Graham: Séjour aux Indes etc.); eben ſo in China (S. Encicl. Japonaise etc.). An den Küſten des Adriameeres und Mittelmeeres werden Korallen — verſchiedene Thierpflanzengehäuſe — zu Kalk gebrannt. Die Muſcheln enthalten ein thieriſches Gewebe, das, wenn ſie lange auf dem Strande liegen, allmälig verweſet. Nicht alle Schaalthiergehäuſe ſind gleich brauchbar. An einigen holländiſchen Orten werden die dunkeln Muſcheln ausgeworfen. Das Kochſalz, das die Muſcheln enthalten, erzeugt beim Brennen derſelben etwas Chlorkalzium, wodurch daraus bereiteter Mörtel waſſerſaugend wird, daher feuchte Mauern gibt und zu Landbauen weniger taugt, als Steinkalk. Man hat deshalb gerathen, die Seemuſcheln mit Süßwaſſer auszulaugen. Aber in Hamburg ꝛc. verwendet man den Muſchelkalk mit Traß zu Waſſermörtel im Seewaſſer, wo das inne liegende Salz nichts ſchadet. Vielmehr fand Smeaton, daß in (geſalzenem) Seewaſſer ein mit Seewaſſer bereiteter Mörtel bindender wurde als ein mit ſüßem Waſſer bereiteter. Aber in der Luft iſt dieß nicht der Fall, wie auch Smeaton erkannte. Man brennt die Muſcheln in Gruben oder in Meilern mit Torf, beſonders in Holland, Friesland ꝛc. Sie müſſen ſcharf gebrannt werden. Der geringſte Rückhalt von Kohlenſäure hindert das Löſchen. Ueberhaupt iſt der Muſchelkalk ſchwer löſchlich.

§. 95.

Kalkſteinbeſtand. Entkohlenſäurung.

Nach Austreibung der Kohlenſäure durch Hitze aus dem Karbonate, beſteht der Rückſtand entweder aus reinem Aetzkalk, am reinſten beim Karraramarmor, Kalkſpat ꝛc., oder er enthält feuerbeſtändige Beimengungen von andern Erden, Metalloxiden ꝛc. *). Dieſe Verſchiedenheit iſt in Abſicht auf Güte und Verhalten des daraus bereiteten Mörtels unter verſchiedenen Umſtänden ſehr weſentlich, wie nachher hervorgehen wird. Aber immer **) kommt es darauf an, die Kohlenſäure vollſtändig mit dem geringſten Aufwand von Koſten, alſo auch von Brennſtoff, auszutreiben. Hierauf beruht die Kunſt der

---

*) Den Gehalt an Kalkerde in einem Steine erhält man alſo: Man pulvert den Stein und übergießt ihn mit (deſtillirter) Eſſigſäure. Nach einiger Zeit gießt man die klare Kalkauflöſung vom Bodenſatze ab und übergießt dieſen noch ſo lange, als Aufbrauſen bemerkbar iſt. Der aufgelöste Theil iſt der Kalkgehalt. Der Thongehalt des Mergels iſt leicht zu finden: Man übergießt z. E. 100 Grane deſſelben mit verdünnter Salz- oder Salpeterſäure ſo lange, als man Aufbrauſen bemerkt. Dann gießt man die Flüſſigkeit ſammt dem Bodenſatze, welcher Thon iſt, auf ein gewogenes Filtrum und ſüßt den Rückſtand aus, trocknet und wiegt denſelben. Zur genauen Beſtimmung muß dieſer etwas waſſerhaltende Thongehalt ausgeglüht werden.

**) So behauptet man. Doch könnte die Sache ſich anders verhalten. Hofrath Fuchs (über K. u. M.) glaubt, daß ſich durch gelindes, langes Brennen, durch Entweichung nur eines Theiles der Kohlenſäure baſiſches (halbkohlenſaures) Karbonat bilde. Er ſagt: Zu dieſem Zwecke machte ich mehre Verſuche, wobei der Kalkſtein immer in kleinen Stücken (!) zwiſchen Kohlen der Rothglühhitze eine Zeitlang ausgeſetzt wurde. Daher überzeugte ich mich, daß der Kalk wirklich (?) geneigt iſt, ein baſiſches Karbonat zu bilden, was die Hälfte (?) von der Kohlenſäure des neutralen enthält, denn einige (nur!) Probeſtücke enthielten nahe 28% dieſer Säure ꝛc. Der gar gebrannte Kalk abſorbirt zwiſchen rothglühenden Kohlen eben ſo viel Kohlenſäure, als der

§. 96.

Kalkbrennerei.

Einfluß darauf haben: Größe, Natur, Feuchtigkeit ꝛc. der Steine, Heizſtoff, Witterung, Einrichtung des Brennofens, Art des Einſatzes u. ſ. w.

Die Kohlenſäure fängt auf der Oberfläche des Steines an zu entweichen; hierauf folgt die immer tiefer im Innern eingeſchloſſene bis auf die des Kerns. Alſo werden unter ſonſt gleichen Verhältniſſen kleinere Steine in kürzerer Zeit entſäuert — gar gebrannt — und man muß zu große Steine in kleinere zerſchlagen. Dabei wird es deſto vortheilhafter ſein, je größer die Oberfläche der Steine im Vergleiche mit ihrem Würfelinhalt iſt. Kuglige und würflige Geſtalten ſind daher nicht die vortheilhafteſten.

Die als Gas entwickelte Kohlenſäure muß möglichſt ſchnell fortgeführt werden, um immer wieder neuer Platz zu machen. Deßhalb dürfen die Steine nicht dicht, ſondern ſie müſſen ſo aufgeſchichtet werden, daß ihre Zwiſchenräume zuſammenhängende, fortlaufende Kanäle für den Gasabzug bilden. Dieſer Abzug des Kohlenſäuregaſes wird durch flüchtige Waſſerdämpfe beſchleunigt und befördert, wenn ſich ſolche zugleich entwickeln können. Daher brennen friſchgebrochene Steine mit Bergfeuchtigkeit, oder angefeuchtete Steine, bei feuchter Witterung, leichter und ſchneller gar, als ausgetrocknete, bei trockner Luft. Wenn aber die Bergfeuchtigkeit ſchief'rig gefügter Steine zu ſchnell in zu großer Maſſe ausdampft, ſo zerſplittert ſie dieſe leicht in ein Schieferhaufwerk, wodurch die Gaszugröhren zu ſehr verſtopft werden, oder ſogar die aus zu brennenden Kalkſteinen aufgeſetzten Gewölbe der Feuerräume zuſammenfallen können. Dieſer Umſtand findet unter andern beim bekannten rüdersdorfer Kalk ſtatt. Deßhalb, und um die Dämpfe nicht zu ſchnell zu verlieren, muß im Anfange nur langſam — mit Schmauchfeuer — geheizt werden. Die Hitze ſoll aber nach und nach bis zur Gare ſtets geſteigert werden und bis dahin nie herabſinken. Die von Rondelet angeführte Behauptung der franzöſiſchen (auch teutſchen) Kalkbrenner, ein durch Abkühlung unterbrochener Kalkbrand könne durch den Aufwand eines Waldes nicht mehr zur Gare gebracht werden, hat Hr. Hofrath Fuchs (über Kalk und Mörtel, Leipz., 1829) ſattſam durch Verſuche widerlegt. Es wird alſo die Feuchtigkeit des Brennſtoffes, in andern Fällen durch Wärmebinden ſtets nachtheilig, beim Kalkbrennen vortheilhaft werden können. Hierüber, mit Beachtung der Anwendung ſolchen feuchten Brennſtoffs am Ende des Brandes ꝛc. fehlt es an erforderlichen Beobachtungen; doch weiß man ſchon lange, daß hierbei Kohlenblende weniger dienſtlich iſt, als mehr waſſerhaltende Glanz- und Schieferkohle und daß der Kalk in Retorten und abgeſondert — in Röſtöfen und Kupoloöfen — nicht ſo leicht ätzend und weniger weiß brennt.

Kalkſtein unter eben dieſen Umſtänden verliert ꝛc. Es gelingt dieſes nicht immer genau ꝛc. Was die Kalkbrenner todtgebrannten Kalk nennen, iſt wahrſcheinlich ſelten etwas anderes, als ſolcher halbgebrannter Kalkſtein."

Dieſe Erſcheinung möchte aber viel einfacher zu erklären ſein, als es von Fuchs hier geſchehen iſt; denn es kann nicht angenommen werden, daß der Kalk in einem Augenblick alle Kohlenſäure durch Brennen verliert, deſto weniger, je langſamer gebrannt wird. Was Fuchs baſiſchen Kalk nennt, iſt wahrſcheinlicher ein Gemenge von reinem und kohlenſaurem Kalke (Aetzkalk + Kalkkarbonat). Wird daher hinlänglich feines Kalkſteinpulver ſo lange gebrannt, oder Kalkhidrat (oder Aetzkalk) rothglühenden Kohlen ſo lange ausgeſetzt, bis das Gemenge von Aetzkalk und Kalkkarbonat das richtige Verhältniß erhält, ſo wird ſo der reinſte (fetteſte) Kalk (Urkalk) einen (unrichtig ſo genannten hidrauliſchen) Waſſerkalk (mit bindendem Zämente — Steinſtaub) liefern.

Die Verſuche von Fuchs beſtätigen ſchon im Voraus meine Behauptung; denn er ſagt: „Wenn er (der vermeintliche baſiſche Kalk, aber in der That gemengte) pulveriſirt und mit Waſſer zu Taig angemacht wird, ſo zieht er ſtark an, und der Taig zerfällt in Waſſer nicht, ſondern nimmt darin an Konſiſtenz bedeutend zu. Hr. Vicat hat daſſelbe bei Kreidepulver, auf einer rothglühenden Eiſenplatte kurze Zeit geglüht, wahrgenommen."

Dieſe Thatſache wird die Anſicht über eine chemiſche Wirkung des Zäments im Waſſerkalk zu widerlegen Vieles beitragen, wo nicht allein hinreichen!

§. 97.

Todtbrennen, Stärke, Zeit der Feuerung.

Reines Kalkkarbonat iſt im ſtärkſten Kalkofenfeuer unſchmelzbar, leidet alſo außer dem Verluſte der Kohlenſäure keine Aenderung. Aber durch Beimengung anderer Erden kann es mehr oder weniger, zunächſt an der Oberfläche, zuſammenſintern, wodurch eine glaſige Kruſte entſteht, die die Kohlenſäure des Innern zurückhalten kann. Je höher dann der Hitzgrad ſteigt, deſto mehr und tiefer hinein nimmt die Schmelzung, und ſomit die Rückhaltung der Kohlenſäure zu. Dieſen Zuſtand nennt man das Todtbrennen; dadurch ungar gebliebenen Kalk aber todtgebrannten. —

Daher muß ſich im Allgemeinen der Hitzgrad darnach richten, ob und bei welchem Grade ein oberflächliches Sintern zu früh eintreten kann. Zugleich muß man nach Verhältniß der Vertheilung der Hitze im Ofen die Steine nicht nur nach ihrer Größe, ſondern auch nach ihrer durch Verſchiedenheit der Miſchung oder Mengung hervorgehenden Natur, oft in einem und demſelben Steinbruche ungemein manchfaltig, ausſcheiden und einſetzen, wenn man nicht etwa lieber ſehr ungleichartige Steine zu ganz verſchiedenen Einſätzen — Bränden — ausſcheiden will. So wechſelt der erforderliche Hitzgrad von 15 — 30° Wedgwood. Beim Beginne des Anfeuerns — Schmauchfeuers — enfumage — mit Reiſig oder kleinem Spaltholze, ſteigt 6 bis 12 Stunden lang ein dicker, ſchwarzer Rauch auf, der die auf der Oberfläche feucht beſchlagenen Steine ſchwärzt, mit der Mehrung der Gluth braun wird und abnimmt, wobei die Anrußung — Schwärzung — der Steine ſich wieder verliert, bis endlich die Flamme durch die obern Oeffnungen der Zuglöcher ſchlägt. Erſt erſcheint ſie dunkelroth, violett, dann blau, gelb, endlich weiß. Die Weißglühhitze wird dann nach Verhältniß der ungemein manchfaltigen Einflüſſe und Bedingungen bald längere, bald kürzere Zeit unterhalten, bis man das Feuer mindert, den Ofen allmählig abkühlen läßt, und den Kalk austrägt, wenn der Ofen kein fortgehender Stichofen iſt. Wind, Regen, Hitze, Trockenheit, überhaupt Witterung, haben auf den Gang des Brennens in überſchauerten Oefen weniger Einfluß als in offenen. Wenn Wind und Sturm den Ofen durchblaſen können bei offenen Schürthüren und unbedecktem Schachte, ſo kann nemlich die gleichheitliche Vertheilung der Hitze durch die Züge nicht gehandhabt werden. Daher müſſen die Einſchüren Eiſenthüren bekommen und die überdeckenden Schauer an den Seiten Klappläden, Fallthüren oder feſte Wände zum Abhalten des Windes. Unter freiem Himmel wird der Einſatz oben mit (Back- ꝛc.) Steinplatten, in einen mit Heu ꝛc. untermengten Thonmörtel — in Thonſpeiſe — gelegt, ſo bedeckt, daß darin die nöthigen Zuglöcher offen bleiben. Die eiſernen Schürthüren ſollten zum Schieben eingerichtet ſein, um die Oeffnung nach Willkühr vergrößern oder verkleinern zu können; denn ein zu ſtarker Windſtrom kühlt auch ab und verzögert ſo die Gare. Man erkennt dieſen Zuſtand daran, daß ſich die Steine des Schürgewölbes ſchwärzen. Man muß dann beſonders durch Flakkerfeuer nachhelfen und den Windzug mindern. Die Dauer eines Brandes iſt etwa 36 bis 40 Stunden; Alberti und Palladio verlangen 60 Stunden lebhaftes Feuer; Scamozzi verlangt 100 Stunden. Dieſe Herren ſprechen wahrſcheinlich von Marmorkalk, der rein iſt, wobei längere Hitze nicht ſchadet aber auch nichts nützt. Nach Macquer müſſen die Steine vom Rothglühen faſt zum Weißglühen übergehen und ſo 12 — 15 Stunden erhalten werden.

§. 98.

Fortſetzung von §. 97.

Da der kohlenſaure Kalk $0{,}_{56}$ Aetzkalk und $0{,}_{44}$ Kohlenſäure (Beudant) — der Kalkſpat $0{,}_{5643}$ Aetzkalk und $0{,}_{4357}$ Kohlenſäure (v. Leonhard) — dem Gewichte nach enthält, ſo kann der gebrannte Kalk bis $^{44}/_{100}$ ſeines Gewichtes im rohen Zuſtande durchs Brennen verlieren und noch mehr, bis zur Hälfte, wenn er außerdem feuerflüchtige Theile: Bitumen ꝛc. enthält, das ihm im rohen Zuſtande eine graue, ſchwarze Farbe gibt, die dann weiß erſcheint, wie allemal, wenn die färbenden Stoffe ſämmtlich feuerflüchtig ſind *). Sind nur einige

---

*) Merkwürdig ſind die im Großen mit rüdersdorfer Kalkſtein angeſtellten Verſuche (ſ. Triest ꝛc.). Ein Einſatz von 1066 Zentnern wurde in 112¼ Stunden mit 6 Haufen Holz zu 18′ lang, 9′ hoch, 3′ breit, gar gebrannt und wog noch 598 Zentner 74 Pfund. Beim Garbrennen mit 238 Bergſcheffel Steinkohlen wog ein Einſatz

derſelben flüchtig, ſo geht doch immer eine Farbenänderung — Farbenlichtung — vor; reiner Kalk erſcheint immer weiß, doch nicht immer umgekehrt. Zugleich nimmt beim Brennen des Kalkes ſein Würfelinhalt um 1/10 bis 2/10 ab. Alſo ſetzt ſich der Einſatz immer mehr. Aus dem vorher Geſagten fließen nun die Regeln, die den Kalkbrenner bei der Beurtheilung des Grades der Gare leiten müſſen. Durch Uebung erlangt er einen ziemlich ſichern Schluß hierauf aus der Gewichts- und Umfangsabnahme, aus der Entfärbung oder Farbenänderung ꝛc. Ganz gar- und nicht todtgebrannter Kalk braust aber nicht mehr mit Säure, zerfällt, wenn er rein iſt, ſehr ſchnell unter Erhitzung ganz in Waſſer und bildet damit, nach Verhältniß der Zunahme der Waſſermenge, Kalkhidrat, Kalkbrei, Kalkmilch, Kalkwaſſer. Der unreine liefert aber bisweilen noch feſte, griesliche, ſandige, in Waſſer unlösliche Theile. Man erhält dieſe als Rückſtand, wenn der gebrannte Kalk in hinlänglich dichte Leinwand eingeſchlagen, unter Waſſer gelöſcht, ausgedrückt, zur Milch aufgelöst fortgeflaut wird. Solcher ſandige Rückſtand beſteht entweder aus feuerbeſtändigen beigemengten, fremd- und verſchiedenartigen Sandtheilen, oder aus roh gebliebenen, nicht gar gebrannten Kalktheilen, oder endlich aus zuſammengeſinterten — todtgebrannten — Theilen, die entweder mit dem Aetzkalk eine größere oder geringere, oder gar keine Verbindung — Kittung — eingehen. Auch können ſie ſo fein — ſtaubartig — werden, daß ſie auf obige Art dem Sinne nicht mehr erkennbar ſind. Die gewöhnlichſten dieſer meiſt gleichförmig vertheilt erſcheinenden Beimengungen ſind: Thon, wodurch der Kalk in Mergel übergeht; kohlenſaure Bittererde, wodurch er, wenn dieſe 40 — 45 Hunderttheile erreicht, in Dolomit übergeht, und wodurch die Erſcheinung des Aufbrauſens mit Säuren geſchwächt wird; kohlenſaures Eiſen- und Manganoxidul, im Waſſermörtel weniger wirkſam, als man früher glaubte; erdharzige und organiſche Theile ꝛc.

§. 99.

Zämente.

Solche Beimengungen machen das ſonſt reine Karbonat — den fetten Kalk — mager — zu magerm Kalk und ertheilen ihm meiſt die Fähigkeit, im Waſſer zu erhärten, weßhalb man ihn dann hidrauliſchen Kalk — Waſſerkalk — zu nennen pflegt. Dieſe im Waſſer den Kalk zuſammenkittenden Beimengungen nennt man Zämente. Mehre davon, insbeſondere der Thon, werden erſt durchs Brennen zu Zämenten. Dann iſt das Brennen nicht mehr, wie Viele (gewiß unrichtig) behaupten, ein bloßes Austreiben der Kohlenſäure; denn rohe Steine, die einen Waſſerkalk liefern, löſen ſich nicht wie fette — gemeine — Kalkſteine, ganz in Säuren auf, ſondern die darin unlöslichen Beimengungen von Thonerde, Kieſelerde ꝛc. bilden einen ſchlammigen Niederſchlag. Nicht ſo, wenn der Stein gebrannt iſt. Die Beimengungen ſind dann nicht mehr weich und ſchlüpferig, ſondern rauh, körperlich; ſie beſtehen aus (nach Verhältniß der zerſtreuten Beimengungen, die mit Kalkerde ſchmelzbar ſind) zuſammengeſinterten ſtaubartigen, zerſtreut entſtandenen Körnchen. Aus dieſem Umſtande allein wird uns die Erſcheinung beim ſogenannten Waſſermörtel klar werden, die in ihrer Art durchaus nichts Beſonderes vor der beim Luftmörtel hat, ſondern nur in der Größe und Zeit der Vollendung der Wirkung ſich auszeichnet.

§. 100.

Kalkbrennen in Gruben, Meilern und Feldöfen.

Man brennt den Kalk:

in Gruben, meiſt ausgemauert. Dieſes iſt die unvollkommenſte Brennart, in holzreichen Gegenden von Einzelnen angewendet, die ihren geringen Kalkbedarf ſo ſich ſelbſt brennen. In Weſtphalen machen die Landleute zu ihrem Kalkbedarf Gruben 3 — 4' tief, pflaſtern darin einen Herd und überwölben ſie halbkugelich mit Lehm.

Ferner brennt man:

in Meilern — Feldöfen — wobei man die größern Steine ſo zuſammenſtellt, daß ſie überwölbte Feuerräume mit ſogenannten Schürgaſſen bilden, worin das Holz ꝛc. brennt. Dieſe Feuerräume werden dann mit den übrigen Steinen mit Bildung von Zwiſchenräumen und Gasabzugkanälen auf verſchiedene Art über-

---

von 969 Zentnern noch 539 Zentner 29½ Pfund. Nach Triest verlor 1w' rüdersdorfer Kalkſtein 77 Pfund 6½ Loth von 160 Pfund 23½ Loth.

baut und bisweilen mit Erde bedeckt. Man kann Gruben und Meiler verbinden, ſo daß die Gruben im Boden oder auch zur Seite in einem Bergabhange angebracht werden. Hierher gehört das Verfahren in den Alpen, wo jeder Bauende ſich ſeinen Kalkbedarf ſelbſt brennt. Man umſtellt den erforderlichen Platz durch Pfähle und durchflechtet dieſe, indem man unten eine Thüre zur Schürgaſſe offen läßt. Dieſer Pfahlumfang, viereckig, rund ꝛc., wird dann innen ſo mit angetragener Erde bedeckt und geſchützt, daß ein nach oben trichterförmig ſich erweiternder Schacht entſteht, der bis $1^1/_2$ oder 2′ vom obern Rande mit Kalkſteinen ausgefüllt wird. In den Thälern von Samoens und Sixte in Savojen nennt man ſolche Oefen rafeurs. In Thüringen baut man häufig kleine Oefen in Bergabhänge. Im Erzgebirge, wie u. a. zu Helbigsdorf, nennt man ſie Schneller. Endlich brennt man den Kalk:

§. 101.

Brennen in Kalköfen.

in Oefen, von verſchiedener Geſtalt, Einrichtung, von verſchiedenem Stoffe ꝛc. Die Oefen ſtehen ganz über oder zum Theil in der Erde — in Bergabhängen — und ſind zum Theil Gruben. Letzteres geſchieht vorzüglich, um die Ofenmauerungen, die durch die große Ofenhitze ſehr ausgedehnt, leicht zerſprengt werden, daher ſehr ſtark ſein, oder mit ſtarken hölzernen oder eiſernen Ankerungen umlegt werden müſſen, feſter zuſammen zu halten. Bei den Stichöfen, wenn ſie in einem Bergabhange angelegt werden, dient dieſer zugleich als Zugang zur Gicht zum Aufgeben der Steine und Brennſtoffe. Auch iſt die Abkühlung in ſolchen Grubenöfen langſamer, gleichmäßiger, daher beſſer. Wir werden uns über dieſe Umſtände bald gründlicher unterrichten. Im Weſentlichen hängt die Einrichtung und der Betrieb eines Ofens von der Weiſe ab, wie man die Hitze auf den Stein wirken läßt. Es gibt vier ſolcher verſchiedener Weiſen:

§. 102.

Vier Hauptgattungen von Kalköfen.

a) Der anzuwendende Brennſtoff, wie Holz, Reiſig ꝛc., gibt eine große Flamme. Man unterhält dann das großflammende Feuer, am beſten auf Roſten, in ein= oder mehrfachen Feuerräumen mit Zugkanälen in der meiſt gewölbten Decke zum Durchſchlagen der Flamme. Gewöhnlich werden dieſe Feuerräume mit einſeitigen oder doppelten gegenüberliegenden Schürlöchern oder durchlaufenden Schürgaſſen, von rohen, zu brennenden größern Steinen ſelbſt ausgebaut und überwölbt, worüber dann der Einſatz — (die übrigen zu brennenden Steine) — mit den erforderlichen Kanälen und Zwiſchenräumen, unter Beobachtung der ſchon angegebenen allgemeinen Regeln, aufgeſchichtet wird. Solche Großflammöfen eignen ſich vorzugsweiſe zu großen, harten Steinen, deren Zerſchlagen zu mühſam und koſtbar wäre. Es wird bemerkt, daß man mit ſolchen Brennöfen öfter zugleich Ziegelbrennerei verbindet, indem man über dem Kalkeinſatz, der die ſtärkſte Hitze verlangt, Backſteine und darüber wohl auch wieder Dachziegel einſetzt. Dabei wird meiſt der ganze Einſatz gar gebrannt, dann ausgetragen. Der Rumford'ſche Ofen aber, mit großer, zurückſchlagender Flamme iſt ebenfalls ein fortgehender Stichofen, wie es bei der folgenden Art der Oefen, ihres Brandes und ihrer Beſchickung ſein kann.

b) Der Brennſtoff gibt nur eine kleine Flamme, wie Torf, Steinkohlen ꝛc. Dann werden die nöthigenfalls fauſtgroß oder noch kleiner geſchlagenen Steine abwechſelnd mit dem Brennſtoff geſchichtet. Dabei wird jeder Einſatz ganz gar gebrannt, dann ausgetragen, um einen neuen einzuſetzen, oder es werden abwechſelnd Schichten von rohen Steinen und Brennſtoffen oben auf der Gicht aufgegeben — aufgeſchüttet — aufgeſtürzt — und bei ununterbrochener, fortwährender Feuerung der gar gebrannte Kalk unten aus dem Stiche nach und nach herausgenommen. Solche fortgehende Oefen nennt man Stichöfen.

c) Die Flamme ſchlägt aus einem eigenen, abgeſonderten Heizraume — Ofen, Windofen — in einen Raum, auf deſſen Herd der Kalk ausgebreitet iſt. Solche Oefen ſind wie Roſtöfen — Kupoloöfen — gebaut und bei ſandigem, erdigem Kalk erforderlich.

d) Der Herd in ſolchen Roſtöfen beſteht aus Eiſenblech, das von unten erhitzt wird, und worauf der Kalkſand oder die Kalkerde, oder auch zu brennende, höchſt getrocknete Gemengſtücke aus Thon und gelöſchtem Kalke zur Gewinnung eines künſtlichen Waſſerkalkes ausgebreitet wird. Es wird immer ein fühlbarer Mangel

ſolcher Brennanſtalten ſein, wenn die Dämpfe des Brennſtoffes nicht zur ſchnellern Verflüchtigung des entwickelten Kohlenſäuregaſes benutzt werden.

§. 103.

Kalkbrennereianlagen.

Ueber Anlage, Bau, Betrieb ꝛc. der Kalkbrennereien bemerke ich im Allgemeinen noch Folgendes:

Der gebrannte Kalk ſoll für die gegebenen Bauzwecke (in möglichſter Güte) möglichſt wohlfeil geliefert werden; alſo müſſen Anlags- und Betriebskoſten für dieſe Zwecke dem Kleinſten ſich möglichſt nähern. Bei der Anlage, in ihrer Größe nach der Möglichkeit und hinlänglichem Vortheil im Abſatze, beſchränkt, iſt zuvörderſt die Oertlichkeit mit Umſicht zu wählen. Hierbei entſcheiden vorzugsweiſe die Fuhrkoſten, in Zu- und Abfuhrkoſten beſtehend; erſtere abhängig vom Orte des Vorkommens der Rohſtoffe: Kalkſteine, Holz ꝛc., der Länge und Beſchaffenheit der Wege ꝛc.; letzteres abhängig von der Lage der Abſatzorte, von der Länge und Beſchaffenheit der Wege dahin ꝛc. Sämmtliche Fuhrkoſten, vom Anfange der Beifuhr — vom Förderungsorte — der Rohſtoffe, bis zum Abſatze des Erzeugniſſes, ſollen ein Kleinſtes werden. Vorzüglich iſt bei der Zu- und Abfuhrberechnung Rückſicht zu nehmen auf das Verhältniß zwiſchen Stein- und Holzbedarf, darauf, daß Rohkalk faſt doppelt ſo viel wiegt, als gebrannter u. ſ. w. Vor allem iſt, wo möglich, leere Rückfahrt und eben dadurch Doppelfahrt zu vermeiden, vielmehr auf Rückladung zu rechnen. Alſo ſoll die Kalkbrennerei zwiſchen den Förderungsorten der Rohſtoffe und den Abſatzorten liegen, näher den Kalkſteinbrüchen und Wäldern, Steingruben, Torfgräbereien ꝛc. und zwar im Verhältniſſe der Zufuhrkoſten dieſer Rohſtoffe. Doch wird es vortheilhafter ſein, wenn die Abfuhren des Erzeugniſſes einen der Rohſtoffe (Stein oder Brennſtoff) als Rückladung zur Ziegelei, und zwar zum verhältnißmäßigen Theile, bringen können. Nebenbeſtimmungen erzeugen Vorkommen des Waſſerbedarfs, Wohnort, beſondere Beſchaffenheit der Wege, Berückſichtigung möglicher künftiger Aenderungen der Umſtände, Preis der Bau- und Unterhaltungsſtoffe für die Betriebsgebäude u. ſ. w.

Der Bau des Ofens und die Betriebsweiſe müſſen zur möglichſten Minderung der Betriebskoſten gewähren, daß die größtmögliche Kalkmenge mit dem kleinſtmöglichen Brennſtoffaufwand für die gegebenen Bauzwecke — Land- oder Waſſerbaue — gar gebrannt werden kann. Form, Größe, Stoff ꝛc. der Oefen haben hierauf Einfluß.

§. 104.

Formen und Einrichtungen der Kalköfen.

In der Form hat man ſchon ungemein abgewechſelt. So erſcheint der lichte Raum des Einſatzes: eiförmig, tonnenförmig, abgekürzt kegelich oder ſpitzſäulig, und zwar oben oder unten verjüngt, walzenförmig, vier- oder mehrſeitig pfeilerförmig; dabei: ſtehend (Hohöfen, Schachtöfen), mehr hoch als weit, oder liegend — mehr lang als hoch, z. E. backofenförmig. Es kommt hierbei darauf an: daß der lichte innere Raum im Verhältniſſe zum Umfange — den Wänden — wodurch Wärme abgeleitet — geraubt — wird, ein Größeſtes, oder daß dieſe wärmeableitenden Mauerwände im Verhältniſſe zum Einſatzraum ein Kleinſtes werden; daß die Hitze überall hinlänglich und möglichſt gleichförmig wirke ꝛc. Deßhalb ſcheint die Eiform eine der beſten zu ſein, wobei es jedoch auf die Brennſtoffart, auf die Einſatzweiſe, und darauf ankommt, ob zugleich Ziegel gebrannt werden oder nicht ꝛc. Die Stichöfen gewähren den Vortheil, daß nicht durch Austragen des garen Einſatzes viele Hitze verloren geht. Dabei wird der Stein bei ſeinem Abſinken von oben bis unten im Schachte immer ſtärkerer Hitze ausgeſetzt. Wo das Austragen ſtattfindet, iſt jedoch der neue Einſatz ſo bald als möglich nach dem Austragen zu bewirken, um den Ofen nicht überflüſſig abkühlen zu laſſen. Ueberwölbungen, die jedoch zur Leitung der Hitze und Abführung des Rauches die erforderlichen Zuglöcher erhalten müſſen, ſchon von Buffon vorgeſchlagen, halten die Hitze mehr zuſammen. Stehende Oefen werden allgemein den liegenden in Abſicht auf Heizſtofferſparniß vorgezogen, weil die Hitze mehr lothrecht als wagrecht wirkt. Man führt aber zum Vortheil der liegenden an, daß dabei durch die Röhren im Gewölbe die Feuerung beſſer geleitet und nach Erfordern vertheilt werden könne (?). Die Züge müſſen hier wagrecht laufen. Der Herd kommt vorn, mit oder ohne Roſt, zu liegen, der Rauchabzug hinten. Werden darin zugleich Ziegel gebrannt, ſo werden dieſe hinten, der Kalk vorn beim ſtärkſten Feuer eingeſetzt. Ueberhaupt iſt zu bemerken, daß beim Kalkbrande allein die liegenden

Oefen kürzer, die ſtehenden niedriger und nöthiger überwölbt ſeyn müſſen, als wenn zugleich Ziegel mitgebrannt werden ſollen, die geringern Hitzgrad erfordern als Kalk.

Wo das Verhältniß des Umfangs des lichten Raumes zu dieſem nicht ein kleinſtes iſt, kommt es auf die Größe ziemlich an. Man denke ſich n vier= und rechtkantig geſtaltete Oefen, deren wagrechter Querſchnitt des innern Einſatzſchachtes ein Geviert iſt, deſſen jede Seite durch m beſtimmt iſt, ſo betragen, die Höhe der Schächte gleich h angenommen, ſämmtliche wärmeableitende Umfangswände $n . 4 m . h \square'$; m und h in Schuhen ausgedrückt. Stellt man dieſe Oefen in einer Länge neben einander zu einem Ofen von rechteckigem Querſchnitte, ſo fallen $2 . (n - 1)$ Wände dazwiſchen heraus, oder die Größe der wärmeraubenden Wandfläche wird um $2 . (n - 1)\, h \square'$ gemindert. In dieſem Falle werden dann mehre Feuerheerde — ein= oder zweihäuptige Schürgaſſen — nothwendig, wo Steine und Brennſtoffe, z. E. Steinkohlen, nicht etwa geſchichtet werden, wie in den berühmten Kalköfen des Lords Stanhope. Bei runden Schächten iſt zu beachten, daß, während die Umfangswände mit dem Durchmeſſer wachſen, der innere Raum mit deſſen Quadrate zunimmt. Ein für den angewendeten Brennſtoff zu niedriger Ofen kann nach Verhältniß bedeutenden Wärmeverluſt geſtatten. Eben deßhalb werden oft über dem Kalkeinſatze noch Ziegel eingeſetzt, für die die obere, geringere Wärme noch zureicht. Der Stoff — Stein — des Ofens ſoll in dieſer Rückſicht ein möglichſt ſchlechter Wärmeleiter ſein. Man hat deßhalb ſchon öfter vorgeſchlagen, die Mauer zu verdoppeln und den Zwiſchenraum mit Aſche, einem ſchlechten Wärmeleiter, auszufüllen, oder zu ſchließen und hohl zu laſſen, indem eingeſchloſſene Luft die Wärme wenig leitet, dagegen freie, beſonders bewegte Luft viel Wärme abführt. Das Wärmeleitungsvermögen des Marmors (Kalkſteins) verhält ſich zu dem der Ziegel= und Ofenmaſſe $= 23,_6 : 11,_4$. Die Mauerſteine müſſen feuerfeſt ſein, alſo nicht Kalkſteine. Dieſe werden innen wenigſtens mit Backſteinen und andern feuerfeſten Steinen ausgefüttert, da aber, wo die Flamme und Hitze wirken, nicht mit Kalkmörtel, ſondern mit Thon= oder Lehmſpeiſe vermauert und in den Fugen ausgeſtrichen.

§. 105.

Brennſtoffe zum Kalkbrennen.

Die Anwendung des Brennſtoffes erfordert wohlüberlegte Wahl, wo dieſe ſtattfinden kann. Selbſt das aus dem Erdboden kommende gekohlte Waſſerſtoffgas wird zum Kalkbrennen benutzt. Auf der ruſſiſchen Halbinſel Abscheron — Abschera — des kaspiſchen Meeres, auf der die Stadt Baku liegt, wohnt eine Karavanſerei indiſcher Prieſter (Feueranbeter), die durch die aus dem Boden ſchlagende Flamme eben ſo gut Kalk brennen, als ihre Speiſen bereiten. Mich. Angelo-Turini baute zu Barigazo im Modena'ſchen einen ſolchen Kalkofen, der 1794 noch in vollem Gange war. S. Spalanzani: Voyage dans les Deux-Siciles etc. Nicht allein Reiſig, ſondern auch Heidekraut, Rohr, Stoppeln ꝛc. hat man ſchon angewendet. Man hat vorgeſchlagen, das obere Feuer der Eiſenhohöfen in Behältniſſe (Kupoloöfen) zu leiten, um darin Kalk gar zu brennen. Die gewöhnlichſten und vorzüglichſten Kalkbrennſtoffe ſind Holz, Torf, Stein= auch Braunkohlen. In der Frankfurter Oberpoſtamts=Zeitung 1818 heißt es: die größeſte Thermolampe iſt bei Kloſter Neuburg ausgeführt. Die zweifächerige Retorte faßt über 100 Klafter Holz. In ihr werden durch das brennbare Gas binnen ſechs Stunden 60,000 Ziegel gebrannt. Als Heizbehelf können die Kuchen in Formen geſtampfter, ausgelaugter Lohe dienen, die nach gehöriger Austrocknung die Hälfte der Heizkraft des Holzes behalten; dann die Brennziegel aus Sägſpänen und Staub von Holz=, Steinkohlen, Torf ꝛc., mit dünnem Thonbrei geformt und wohl getrocknet. Brard ſagt im Jahre 1821: Seit 5 Jahren brenne ich Kalk durch Anthrazit in einem kegelförmigen Ofen. In verſchiedenen Höhen werden dabei Züge angerichtet und in der Mitte wird lothrecht ein Holz eingeſtellt, um dort nach deſſen Ausbrennen einen Luftkanal zu bilden. Gleiche Lagen von Anthrazit und Stein wechſeln ab und während des Brandes wird oben, nach Maaßgabe als unten der gare Kalk herausgenommen wird, aufgegeben. Der Roſt wurde über den Aſchenherd etwas höher geſtellt als bei Steinkohlenfeuerung.

§. 106.

Steinkohlen.

Der Anthrazit umfaßt die ſchwer brennlichen, durch Verbrennen Aſche zurücklaſſenden, nicht riechenden,

aus 95 — 98 Theilen Kohlen, dann Eiſen, Kieſel, auch Thon beſtehenden Kohlen, die Werner und ſeine Schüler vorzüglich in ſchief'rige und muſchlige Glanzkohle, Kohlenblende, Stangenkohle, harzloſe Steinkohle, Grobkohle ꝛc. unterſcheiden. Der Anthrazit erfordert ſtarken Luftzug und für den Rückſtand — die Aſche — oft hohe Aſchenfälle.

v. Leonhard theilt die Kohlen in I. Schwarzkohlen. Dieſe ſind a) Blätterkohle — Schieferkohle, b) Kännelkohle, c) Rußkohle, d) Grobkohle, e) mineraliſche Holzkohle — faſriger Anthrazit. II. Braunkohlen. Dieſe ſind: a) Pechkohle, b) gemeine Braunkohle, c) holzige Braunkohle — bituminöſes Holz, d) Moorkohle, e) Erdkohle — erdige Braunkohle — bituminöſe Holzerde, f) Alaunerde. Manche Braunkohlenarten laſſen ſich nur, nachdem ſie eingeſumpft oder mit Stroh vermengt, oder wie Backſteine in Formen geſtrichen und wieder getrocknet ſind, zur Feuerung benutzen.

Nicht allein als Kalkbrennſtoff, ſondern noch manchfaltig dienen die Stein- und Braunkohlen beim Bauweſen. Ich erinnere hierüber Folgendes: bei ihrer Verkohlung in Meilern oder Oefen — Abſchwefelung — Verkoakung — zu nicht mehr rauchenden Koaks, geben die Steinkohlen Oel und Theer, die der Tüncher und Anſtreicher benutzen. Roh benutzt man die Steinkohlen als Zäment zu Waſſermörtel. Manche Abänderungen dienen als Färbeſtoff. Kännel- und Pechkohle laſſen ſich ſchleifen und poliren. Man fertigt davon allerhand Geräthe; in Irland findet man in den Kirchen aus Kännelkohle Bauverzierungen.

§. 107.

Verhältniſſe der Brandwirkungen der Steinkohle.

Zu einer ſichern Wahl der Brennſtoffe iſt die Kenntniß ihrer Brennkraft = Brandwirkung — erforderlich. Das Verhältniß der Brandwirkung iſt das des Werthes, womit das des gewöhnlichen Preiſes nicht immer übereinkommt, woraus aber der Kalkbrenner ſeinen Vortheil ziehen kann. Folgende Mittheilungen mögen daher einigen Antheil gewähren. Sie beziehen ſich aber hier nur auf Steinkohlen und Torf. In ähnlicher Beziehung auf Holz muß ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die Lehre vom Holze, insbeſondere von deſſen Brennbarkeit, verweiſen.

Nachſtehende Tafel enthält Verſuche von **Lavoisier, La Place, Rumford, Dalton, Clément, Despretz. Peclet** und **Dumas** bezeichnen Angaben obiger Schriftſteller.

Name des		Ein Kilogramm = 1000 Grammen, = 2,1381 preußiſchen Pfunden, = 1,7857 bajerſchen Pfunden	
Schriftſtellers.	Brennſtoffes.	Schmilzt Eis.	Erwärmt Waſſer von 0° bis 100° C.
		Kilogramme.	Kilogramme.
Clément	Steinkohlen erſter Güte	94	70,50
—	— zweiter Güte mit 20% Aſchengehalt	76,8	59,35
Dumas	— fette, mittlerer Güte . .	—	60,00
Clément	Koaks mit 10% Aſche	84,6	63,45
Dumas	— — 15% —	—	66,00
Peclet	— — — —	—	65,00
Clément	Gewöhnlicher Torf	20	15,00
Peclet	Guter Torf	—	30,00
—	Torfkohle mit 18% Aſche	—	64,00
Dumas	— — 20% —	—	63,00

1 Hectolitre
= $^1/_{10}$ mètre cube
= 1,81945 preußiſche Scheffel } Steinkohlen erwärmen (nach Dumas)

4800 Kilogramme Waſſer von 0° bis 100°;

alſo erwärmt eben ſo

1 preuß. Scheffel zu 3072 preuß. Würfelzollen oder 2770,742 pariſer Würfelzollen,

5631,75 preuß. Pfund Waſſer;

und eben ſo erwärmt von 0° bis 100°

1 baj. Scheffel zu 8,944 c′ baj.
= 15455,232w′ baj.,
= 11209,67 w′ par.,
= 4,0457 preuß. Scheffel,

10678,7 Kilogramme Waſſer. Dieſe
= 10678700 Grammen,
= 19069,1 bajerſchen Pfunden zu 560 Grammen,
= 430,94 bajerſchen Würfelſchuhen,
= 156,6 bajerſchen Eimern zu 2,752 w′, oder 64 Maaßen.

Hieraus folgt, daß irgend ein Maaß Steinkohlen 48 bis 50 ſolcher Maaße Waſſer von 0° bis 100° erhitzt. Uebrigens iſt der Bedarf von Grad zu Grad der Erwärmung als gleich anzunehmen, alſo für 1° C = $^1/_{100}$ des Bedarfes vom Eis- bis Siedpunkte. Bekanntlich verbraucht das ſiedende Waſſer zur Dampfbildung noch $5^1/_2$ mal ſo viel Wärmeſtoff, als zur Erhitzung vom Eis- bis Siedepunkte.

Nach Marcus Bull (ſ. American Journ. von Jones) drücken in folgender Tabelle die in der Spalte * * angegebenen Zahlen hinſichtlich der entwickelten Wärme den beziehlichen Werth eines Bushels Kohlen (zu 2031,63 preußiſchen Würfelzollen) aus.

Kohlen.	* *
Cannel Coal	2,80
Liverpool	2,15
Newcastle	1,98
Scotch	1,91
Karthaus	2,08
Richmond	2,05
Stoni Creek	2,15
Coak	1,26

§. 108.

Torf.

Der Torf iſt ein Filz von Pflanzentheilen, durch Entmiſchungen verändert. Man unterſcheidet: Moor-, Moraſttorf, unter dem Raſen, braun, ſchwammig, zart, faſrig, mit dickem, ſtinkendem Rauch, ohne Schwefelgeruch, leicht verbrennlich; Landtorf, Kiestorf, unter andern Lagen, mit vielen Beimengungen, daher ſchwer brennbar; Seetorf, aus Tangarten, an Hollands, Schwedens, Norwegens Küſten, ſehr gut brennbar. Mit der Tiefe ſeiner Lagerung nimmt der Moraſttorf an Dichtheit und Entmiſchung zu. Er wird in Stücken geſtochen (Stichtorf), oder (als ſogen. Baggertorf) gebaggert ꝛc. und in Formen gepreßt (Preßtorf), dann getrocknet, wobei beſonders der Stichtorf noch ſtark ſchwindet. Für Kalkbrennereien können die Torfſtücke größer als gewöhnlich geſtochen werden, wobei ſie anhaltender brennen und weniger Zeit zum Ueberſchüren erfordern. Der Werth des Torfes in Abſicht auf die Brandwirkung wechſelt ſehr. Er gibt eine geſchloſſenere, gleichmäßigere, andauerndere Hitze als Holz. Seine Aſche hält lange Feuer. Von trockenem Torfe mittlerer Güte lehrt die Erfahrung: 21 Pfunde ſind gleich 20 Pfunden Kiefernholzes; 9 Pfunde ſind gleich 8 Pfunden Buchenholzes;

mehr als 2 Würfelſchuhe kommen einem Würfelſchuhe Holzes gleich. Nach einer Mittheilung in *Schubarths* techn. Chemie erwärmte 1 Corde Torf zweiter Güte 60,000 Kilogrammen Waſſer von 0° bis 100° C, nach Dumas aber 50000 Kilogrammen; demnach 1 preuß. Klafter 107094 preuß. Pfunde oder nach Dumas 89231. Demnach würde (1 Corde = 117,09 preuß. Würf.-Sch. geſetzt, und alles Uebrige berechnet) 1 baj. Klaft. zu 109w′ 120,000 oder 100000 baj. Pfunde; alſo 2712 oder 2260 baj. Würf.-Sch.; alſo 985 oder 821 Eimer zu 64 baj. Maaßen oder zu 2,752w′ eben ſo erwärmen.

In *Weber's* Zeitbl. 1829 wird angegeben: Es gibt 2 Sorten Torf: die erſte ſchwammig, mit unvollſtändig verweſten Pflanzenſtoffen; die andere, vorzüglichſte, dicht, mit vollkommen zerſetzten Pflanzentheilen. Von letzterer gehören 95 Grammen, alſo faſt 6 baj. Pfunde, dazu, 100 Kilogrammen Waſſer um einen Hitzgrad Reaum. zu erhöhen.

Lampadius unterſuchte 21 ſächſiſche Torfarten. Er fand Aſche von 0,61 bis 27,66 und Kohle zur Verkohlung von 32,5 bis 66,00.

In Teutſchland's Mitternacht, beſonders in der abendlichen Hälfte, in den Niederlanden, in Dänemark ꝛc. wird der meiſte Torf gegraben, z. Thl. gebaggert. Die Brauchbarkeit des Torfes, in der Güte außerordentlich verſchieden, hängt theils von ſeiner Feſtigkeit ab. Er darf nicht bröckeln, ſoll frei von Hitze und Zuſammenhalt mindernden Stoffen: Erde, Sand, Steinchen ꝛc. ſein. Dadurch unrein ſind die obern dann abzuräumenden Schichten, *Bunkererde* genannt, auch die Ränder der Fennen (Torfmulden), von Winden mit Sand ꝛc. überführt.

Pechtorf, klipperiger Darg, Preß-, Strich-, Baggertorf, iſt der feſteſte, beſte, der als Schlamm auf dem Brüchergrunde vorkommt, oft von Erdpech durchdrungen, ohne Faſer, langſam trocknend, dabei ſich bis auf $^1/_5$ — $^1/_8$ einſchrumpfend, ſo feſt werdend, daß man daraus faſt polirbare Figuren ꝛc. bilden kann. Immer (in Folgendem) preuß. Maaß und Gewicht angenommen, wiegt hiervon 1w′ 53 bis 70 Pf. Er gibt anhaltende Gluth, weniger Aſche als (ſchlechterer) Faſertorf, iſt verkohlbar, nicht leicht feuerfangend, mit geringer Flamme brennend. 60 — 75w′ ſind in der Wirkung gleich 1 Klafter guten Kieferholzes.

Der ſchwere, braunſchwarze Strichtorf, auch braune, ſchwarze Moostorf bildet die tieferen Schichten der Hoch-, Wieſen- und Meermoore, iſt feſter, weniger ſchlammartig als die vorige. Der beſte davon hat keine unzerſtörten Pflanzentheile mehr. 1w′ wiegt 46 — 60 Pf., und 75 — 87w′ ſind gleich 1 Kl. Kieferholz.

Der lockere, ſchwarze Sumpftorf, oft bröcklich, mit unzerſtörten Pflanzenreſten, in Wieſen- und Meer- auch Hochmooren ꝛc., brennt lebhafter als der vorige. Er geht, immer beſſer werdend, vom leichten Faſertorf in ſchweren Strichtorf über. 1w′ wiegt 27 — 40 Pf., und 100 — 140w′ ſind gleich 1 Kl. Kieferholz.

Raſentorf, gelber, unreifer Sumpftorf, mit vielen Wurzeln und Pflanzenreſten, bildet die obern oft, mit Sand, Erde ꝛc. gemengten Schichten der Wieſenmoore, iſt leicht zündbar, lebhaft brennend, viel Aſche gebend, bröckelnd. 1w′ wiegt 20 — 27 Pf., und 140 — 150w′ ſind gleich 1 Kl. Kieferholz.

Leichter, brauner Moostorf, über der folgenden Sorte, in Hochmooren, Gebirgstorfbrüchern, aus nicht ganz zerſtörten Mooſen, Wurzeln, Torfpflanzen, unvollkommenem Humus gleichend, fängt leicht Feuer, gibt raſche Flamme, bröckelt nicht ſehr. An Güte und Gewicht voriger Sorte gleich, doch meiſt reiner.

Papiertorf, leichter Moostorf, aus noch unzerſtörten, abgeſtorbenen Mooſen ꝛc., gleich unter der grünen Pflanzendecke der Fennen und Gebirgbrücher, raſch brennend. 1w′ wiegt weniger als 10 — 20 Pf., und 180 — 200w′ ſind gleich 1 Kl. Kieferholz.

Holztorf mit deutlichen Holzſtücken, dann nur deſto ſchlechter. 1w′ wiegt 30 — 46 Pf., und 120 — 137w′ ſind gleich 1 Kl. Kieferholz. (S. *Pfeil*: Forſtbenutzung und Forſttechnologie.)

§. 109.

Benutzung der Torfaſche beim Bauen.

Im IV. Bd., 3. Heft des Journ. v. Crelle ſind einige Vorſchläge über Benutzung der Torfaſche enthalten: *Gegen Holzſchwamm*. Für die Ribbhölzer — Fußbodenlager — werden die Räume 12 — 18″ ausgeräumt, gelüftet, getrocknet, dann mit Torfaſche ausgeſtampft und Alles abgeglichen. Längs den Ribben werden 3″ tiefe und breite Gräbchen ausgeſtochen und mit Salzabgang — ſchwarzem Salze — ausgefüllt. Die andere Benutzung iſt: als *okerartiger Farbeſtoff* zur Kalktünche zum Haus- und Maueranſtrich. Man übergießt 1 Theil Aſche mit 2 Thl. Waſſer, rührt das Ganze und ſeihet es durch ein Drathſieb mit 24 Fäden auf 1″ in

ein Gefäß. Der Rückſtand im Siebe fällt weg. Wenn das Geſeihete abgeklärt iſt, wird die Lauge abgeſchöpft oder abgezapft. Der Satz wird auf Brettern weiter eingetrocknet und gibt, am beſten vorher auf einem Steine gerieben, die Farbe zu einem lederfarbenen Kalkanſtrich, der mit andern Farben verſetzt werden kann. Er dient zu Leimfarbe, auch als grobe Oelfarbe, hat hierzu aber wenig Körper.

Hr. Hofr. Fuchs führt a. a. O. die Aſche des Schleißheimer Torfs (bei München) an, die für ſich einen guten hidraulichen Mörtel abgibt. Er ſagt: „In München würde man dadurch, wenn in Stichöfen Mergel mit dieſem Torfe gebrannt und die Aſche darunter gemengt würde, hidrauliſchen Mörtel erhalten.“ Unten werde ich das Nöthige über die Dornikſche Aſche erinnern.

§. 110.

Ueber Kalkofenbau.

Im Allgemeinen habe ich über den Bau der Kalköfen noch folgende Erinnerungen zu machen: Die Dicke der Mauern darf nicht überflüſſig, muß aber gegen die große Wirkung des Brandes hinreichend ſein und hängt zum Theil vom Mauerſtoffe ab. Man verſtärkt die Ofenmauern von außen durch Strebpfeiler, Abſtrebungen gegen äußere, feſte Punkte, durch umgelegte, hölzerne oder eiſerne Schließen, erſtere auf Abſätzen, Bänken ꝛc. ꝛc. wenn ſie nicht in den Boden oder einen Erdabhang kommen, in welchem Falle ſie beim Aufführen hinterſtampft werden, wobei man ſie mit einem die Wärme ſchlecht leitenden Mantel von Aſche oder Kohlenpulver ꝛc. umgeben kann. Ein vorzüglicher Theil ſind thönerne oder eiſerne Roſte für den Luftzug, mit Aſchenfällen darunter. Sie ſind erforderlicher, je ſchwerer der Brennſtoff fortbrennt. Bei Steinkohlen iſt Gußeiſen zu Roſten dauerhafter als Schmiedeiſen; wenigſtens gilt dieſe Behauptung vom Roheiſen aus Sumpferzen, deſſen Phosphor gegen die Wirkung des Steinkohlenſchwefels ſchützt. Auch Torffeuerungen erfordern zum Flammen einen Roſt, der auch bei Holzfeuerungen immer nützlich ſein wird.

§. 111.

Kalköfen. Ein liegender Ofen.

I.) Fig. 142, 143, 144 ſtellt einen liegenden Ofen, mit dicken Wänden, innen mit feuerfeſten Backſteinen bekleidet, dar, und zwar 142 im Grundriſſe, 143 im Längen, 144 im Querſchnitte. Im Gewölbe ſind mehre Reihen Zuglöcher c, c, c, c, beliebig ſchließbar. a iſt die Thür zum Einſetzen und Ausfahren des Kalks, die während des Brandes vermauert iſt. b, b, b, auf einer oder beiden der Ofenſtirnen, ſind die Mund- oder Schürlöcher. Der Ofen könnte unbedeckt ſein, wird beſſer gegen Wind und Wetter überſchauert — mit einem Schauer überbaut, oder in einem Schauer (Kalkſtadel, einer Kalkſcheuer ꝛc.) erbaut — oder am beſten, aber auch am koſtbarſten, mit einem zweiten Gewölbe f f feuerſicher überbaut, woraus die Schlöthe d, d und die Seitenöffnungen e, e den Rauch abführen. Meiſt ſtehen 2 ſolche Oefen an einer gemeinſchaftlichen Mittelmauer, mit einem Bohlen- oder Satteldache überdeckt.

Der Einſatz geſchieht alſo: Von den Schürlöchern aus, in ihrer Höhe und Weite, zu den entgegenſtehenden, oder der Rückwand, werden Kanäle — Schürgaſſen — aus zu brennenden Kalkſteinen aufgeſetzt und überwölbt, mit hinlänglichen Zwiſchenräumen für Zug und Flamme. Die Räume zwiſchen den Schürgaſſen werden eben ſo mit zu brennenden Kalkſteinen bis zur Höhe der Schürgaſſengewölbgipfel ausgeſetzt, worauf dann der weitere Einſatz bis zum Schluſſe des Gewölbes folgt, ſo locker, daß die Flamme und der zum Brennen nöthige Zug dazwiſchen bis zu den Gewölbkanälen fortſtreichen kann. Dieſe Kanäle werden, wie es die Vertheilung der Hitze erfordert, bald geöffnet, bald durch paſſende Thonſtöpſel geſchloſſen. Da der Kalk an der Umfangsmauer gewöhnlich zuerſt gar wird, ſo werden nach und nach die Kanäle von den Seiten aus gegen die Mitte hin geſchloſſen. Oefter, wenn mit Holz gefeuert wird, werden noch Steinkohlen zwiſchen die Kalkſteine gelagert, wodurch ſtärkere und gleichmäßigere Hitze erzeugt wird. Bei ſchwerbrennenden, viele Aſche ausgebenden Brennſtoffen iſt der Feuerherd ein Roſt, um den Luftzug zu verſtärken. Der gare Kalk wird nach Oeffnung der Einſatzthür a durch eiſerne Haken herausgezogen, dann der Ofen vor zu ſtarker Abkühlung von neuem beſchickt.

§. 112.

Kalköfen in Rüdersdorf.

II.) Einen dreiſchürichen Kalkſchachtofen in Rüdersdorf bei Berlin beſchreibt Schubarth (Techn. Chem. ꝛc.) alſo: Fig. 167 zeigt die Oberanſicht, Fig. 166 die Seitenanſicht des Ofens und der ganzen Anlage, Fig. 165 einen lothrechten Durchſchnitt des Ofens und Fig. 164 einen Grundriß deſſelben nach den Linien A B C D in Fig. 165. Der innere Schacht, Fig. 165, hat die Form zweier mit ihren größern Endkreiſen auf einander geſtellter, abgekürzter Kegel. Die größte Weite beſitzt er in der Höhe der Heizöffnungen b, und zwar hat er daſelbſt 8′ im Durchmeſſer. Unten an den Abzüchten und oben an der Gicht iſt er am engſten und zwar an beiden Stellen 6′ im Durchmeſſer. Die innere Umfaſſungswand d des obern Schachtes iſt von Mauerſteinen (Backſteinen) 38′ hoch, auf 25′ Höhe aber mit feuerfeſten Thonplatten ausgeſetzt, die in, mit 1, 2, 3 bezeichneten, hier weitläufiger ſchraffirten, Abſätzen 1 1/2 bis 1/2 Steinſtärke haben. Dieſe Umfaſſungswand iſt mit einem Mantel e von Kalkſteinen umgeben, der aber, von der Wand um einige Zolle abſtehend, einen (hier punktirt bezeichneten) Zwiſchenraum läßt, welcher mit Aſche ausgefüllt iſt. Dieſer Zwiſchenraum iſt deßhalb nöthig, weil die innere Mauer ſich ſtärker ausdehnt, als die weniger erwärmte, äußere Wand, wodurch Riſſe entſtehen würden, wenn beide Wände zuſammenhingen. Ferner iſt die Aſche ein ſchlechter Wärmeleiter und es hat die Ausfüllung daher den Zweck, daß die innere Wärme den Außenwänden möglichſt wenig mitgetheilt werde. Der Roſt für die Feuerungen b beſteht aus Thonplatten, die in der Mitte, wo die einzelnen Stücke zuſammenſtoßen, auf einer gewölbten Unterſtützung f liegen. (S. Querſchnitt Fig. 165). Die Heizöffnung ſelbſt iſt überwölbt und hat ebenfalls eine Einfaſſung von Charmotte-Steinen, wie auch das aus der Zeichnung (insbeſondere bei 4 des Durchſchnitts Fig. 165) zu erſehen iſt. g iſt die eiſerne Thür vor der Heizöffnung. Die Thonplatten, welche den Roſt bilden, haben (wie im Grundriſſe Fig. 164 bei b, b ſich zeigt) 3 bis 4 Einſchnitte von einem Zoll Weite für die Einſtrömung der Luft, welche durch den Kanal h (ſ. Querſchnitt Fig. 165) zugeleitet wird. Der untere Theil des Schachts, von den Feuerungen bis zum Herde, iſt 7′ hoch und die Umfaſſungsmauer deſſelben, bis auf die innere Einfaſſung 5, 5 mit Charmotte-Steinen und einzelne Bögen aus Ziegelſteinen, durchaus von Kalkſtein aufgeführt. In derſelben befinden ſich die Aſchenfälle i, die Abzüchte (Stiche) a und die Kanäle k vor den Abzüchten. Jeder Aſchenfall iſt mit einer eiſernen Thür verſchloſſen, welche geöffnet wird, wenn der Raum i voll Aſche iſt. Die glühende Aſche muß in dem untern Raum ſo lange liegen bleiben, bis ſie ſich ſo weit abgekühlt hat, daß man ſie in Karren laden kann. Ein Vortheil hierbei iſt der, daß ein großer Theil der Aſche beim Herausfallen von allen Seiten ſich ausbreitet und ſich ſo ohne Koſten von ſelbſt fortſchafft.

Auch die Abzüchte a ſind mit eiſernen Thüren verſehen. Sie werden nur beim Herausziehen des Kalks geöffnet. Die Oeffnungen ſind nach vorn verjüngt, damit der Kalk leichter aus dem Schachte nachfällt, wenn der vorn liegende herausgezogen iſt. Auch die Geſtalt des Herdes befördert dieſes Nachfallen: die Kante α (ſiehe den Grundriß Fig. 164) iſt nemlich erhoben und wagrecht, die Kanten β und γ, ε und δ ſind von dem erhobenen Mittelpunkt aus nach vorn um gleichviel geneigt, ſo, daß die Flächen β ε und γ δ, die vor den Abzüchten liegen, gegen die Horizontalebene, die Flächen α β und α γ aber ſowohl gegen die wagrechte als auch gegen die lothrechte Ebene geneigt ſind. Damit der Arbeiter beim Herausziehen des Kalks nicht zu ſehr von heißer Luft leide, ſind die Kanäle k angebracht, durch welche unmittelbar vor dem Ofen der größte Theil der heißen Luft in die Höhe geht. Die äußern Wände l, m, n des Ofens ſind nicht weſentlich nöthig, doch vortheilhaft, ſofern der Kalk in dem untern und das Brennmaterial im zweiten Stockwerke trocken liegen kann. Holzwände ſind gefährlich, auch laſſen ſie den Regen durch. Die verſchiedenen Stockwerke ſind durch Gurtbögen o und überwölbte Kappen p gebildet, und mit Kalkſteinplatten gepflaſtert. Im dritten und vierten Stock halten fremde Arbeiter ihr Nachtlager. Auch iſt dieſer Ofen mit einem Anbaue verſehen, in dem Arbeitswohnungen eingerichtet ſind. S. Fig. 167. Die Wohnungen ſtehen mit den Stockwerken des Ofens in Verbindung, haben aber einen beſondern Eingang, und zwar die obere Wohnung von der Seite 9, von wo aus ſie betrachtet das Erdgeſchoß bildet, und die untere durch die Thür s. r ſind die Schornſteine dieſer Wohnungen. Die im Kalkgeſtein ausgehauenen Treppen t, u und v gewähren den leichten Zugang von allen Seiten.

Da der Kalkſtein von oben eingetragen werden muß, ſo iſt die Gichtmauer zur Vermeidung der Gefahr mit einem ſtarken Geländer verſehen; die Pfeiler und Plinten ſind von Kalkſtein, die Gitterſtäbe von Eiſen. Auch iſt dieſes Geländer bis zu den Seitenwänden des Bruches fortgeſetzt. Ueber dem Dache des Anbaues iſt es zur Erleichterung von Holz. Ferner iſt die Plattform mit Schienen w belegt, auf welchen die mit Kalkſtein

beladenen Hunde — Karren — zur Gicht geſchafft und leer wieder zurückgefahren werden. Bei x iſt ein anderer Schienenweg aus einem andern Bruche nach einem zweiten Ofen.

Die Oefen erhalten in Rüdersdorf ihre Namen von der Anzahl der Heizöffnungen und heißen hiernach 3=, 4=, 5ſchürige. Die äußere Form richtet ſich nach der Anzahl der Feuerungen. Der Ofen iſt nemlich auswendig eine abgekürzte Piramide (ein abgeſtumpftes Spitzkant) von gleichgroßen Seitenflächen. In den Mittellinien dieſer Seitenflächen befinden ſich der Reihe nach abwechſelnd die Feuerungen und die Abzüchte. Alſo hat jeder Ofen doppelt ſo viel Seitenflächen als Feuerungen. Der äußerſte Mantel **l, m, n** hat gegen den innern Ofen die Lage, daß immer eine Kante deſſelben auf eine Fläche des innern Ofens trifft, deßhalb, damit der Arbeiter zu ſeinen Handthierungen vor der Oeffnung einen möglichſt großen Raum habe.

Soll der Ofen in Betrieb geſetzt werden, ſo wird er auf die Höhe **B C**, bis zu den Feuerungen, mit rohen Kalkſteinen angefüllt, Holzfeuer in den Abzüchten **a** angemacht und der Kalk gar gebrannt. Hierauf wird auf dieſen garen Kalk wieder roher Kalkſtein aufgeſchüttet, nicht von der Gicht herunter, ſondern in Kübeln heruntergelaſſen, bis der Ofen voll iſt. Auch wird noch auf der Gicht ein ungefähr 4′ hoher Kegel von Kalkſteinen regelmäßig aufgeſetzt, ſo, daß derſelbe den zurückſpringenden Rand der Gichtplatte zum Theil bedeckt. Hierauf wird in den Heizöffnungen **b** mit Torf gefeuert. Der Kalk im Schachte ſchwindet, ſobald er heiß wird, und der obere Kegel fällt nach. Iſt dieſer bis zur Oberfläche der Gicht geſunken, ſo wird ein neuer Kegel aufgeſetzt. Sobald der obere gar gebrannt iſt, ſo wird der unter den Feuerungen befindliche herausgezogen, der obere fällt nach und der Gang geht ſo ununterbrochen fort, ohne daß es nöthig iſt, noch einmal in **a** Feuer anzulegen, weil in **C B** der Kalk immer gar ſein muß. Das Ausziehen des Kalks geſchieht alle 12 Stunden und es werden in jener Zeit 20 bis 24 Tonnen Kalk gewonnen. (1 Tonne = 4 preuß. Scheffel = 4. 48 = 192 Quart = 4. 3072 = 12288 preuß. Kub. Zolle = 4. 1 7/9 = 7 1/9 preuß. Würf. Schuhe.)

Auf der Rüdersdorfer Kalkbrennerei ſind 2 dreiſchürige Kalköfen und 1 vier= und 1 fünfſchüriger Ofen im Gange. Die Schächte der 4= und 5ſchürigen Oefen ſind nicht viel größer. Der 4ſchürige Ofen iſt 32′ hoch, hat auf der Gicht 7′, bei den Feuerungen 9′, auf dem Herde 6′ im Durchmeſſer. Der Schacht deſſelben nimmt 12 Klafter Kalkſteine, die Klafter zu 108w′, auf und es können aus demſelben von 12 zu 12 Stunden 20 — 25 Tonnen gebrannter Kalk gezogen werden. Der 5ſchürige Ofen iſt 35′ hoch, hat auf der Gicht 8′, bei den Feuerungen 9′ und auf dem Herde 6′ im Durchmeſſer. Er faßt 14 Klafter Kalkſteine und es können von 12 zu 12 Stunden 25 bis 30 Tonnen gar gebrannter Kalk gezogen werden. Bei den 4= und 5ſchürigen Oefen iſt der Verbrauch an Brennſtoff verhältnißmäßig größer, als bei den 3ſchürigen.

1 Klafter Kalkſtein zu 108c′ wiegt 80 bis 82 Ztr. zu 110 Pf., das Pf. zu 467,71131 Grammen; 1 Kl. Kothen 76 bis 78 Ztr.; 1 Tonne gebrannter Kalk zu 4 Berl. Sch. 2 3/4 bis 3 Ztr. Beim Brennen werden halb Brennſteine, halb Kothen angewendet. Man erhält von jeder Klafter derſelben 15 Tonnen Stückkalk und 1/4 Tonne Mehlkalk. Zum Garbrennen einer Kl. Kalkſteine werden erfordert 1 7/12 Kl. Holz oder 1 1/2 Kl. Torf. Nur zum erſten Anbrennen wird Holz verwendet, übrigens Torf, wobei man 7% als Schwindemaas annimmt. 1829 wurden 20,000 Tonnen Kalk gebrannt. Hierzu waren 1840 Kl. Kalkſteine, 212 1/2 Kl. Holz zum Anfeuern, 2535 Kl. Torf zum Brennen erforderlich. Nach Trieſt wog 1w′ Rüdersdorfer Kalkſtein 160 Pf. 23 1/2 Loth, nach dem Brennen 83 Pf. 17 Loth. Der Verluſt war alſo 77 Pf. 6 1/2 Lothe oder 48%. Nach John enthält dieſer Kalkſtein 8% Kieſelerde, 8 Thonerde, 0,5 Eiſenoxid. Ein Würf. Sch. dieſes Kalkſteines gab 3 1/2w′ völlig ſteifen Kalkbrei oder 160 3/4 Pf. Stein gab 83 1/2 Pf. gebrannten Kalk und dieſer 281 Pf. ſteifen Kalkbrei oder 3 1/3 mal, dem Gewichte nach, mehr als der gebrannte Kalk wog.

§. 113.

Eiförmiger Kalkofen.

III.) Die Zeichnungen zu den folgenden Oefen ſind aus: **Traité sur l'art de faire de bons mortiers etc. par le Colonnel Raucourt de Charleville, Paris, 1828,** entnommen. Zur Bildung der innern, eiförmigen Wandfläche des Ofens Fig. 153 dient eine Brettlehre von der Hälfte des Querſchnitts, deren Achſe lothrecht aufgeſtellt und um welche ſie im Kreiſe gedreht wird. Der Herd bekommt die Hälfte der größten, lichten Weite, und die obere Weite beträgt davon 5/12; die Höhe wird aber gleich der 1 1/2 bis 2fachen Bauchweite.

Beim Einſatze beginnt man mit Herſtellung des Gewölbes **b** aus größern Kalkſteinen, und Ausſetzen der Schenkel mit kleinern ſo, daß die Zugräume bleiben. Bevor die Arbeiter die hinlängliche Uebung hierin haben,

können einige Brettbogenſtücke, wie die Fig. 153 zeigt, zur Hilfe aufgeſtellt werden. Der Einſatz darüber geſchieht in etwas bogenförmigen Lagen, worin die größern Steine in der Mitte des Herdes ſo zu liegen kommen, daß ihre Größe nach oben und ſeitwärts abnimmt. Man muß aber bei den erſten Bränden die Natur des Ofens beobachten, und die Steine nach ihrer Größe ſo vertheilen lernen, daß man einen möglichſt gleichförmigen Brand erhält. Iſt der Ofen von einiger Größe, ſo kann in der Mitte bei p noch eine kleine Thür zum Einſetzen und Austragen der Steine in der untern Ofenhälfte angebracht, während des Brandes aber mit Steinen und Lehm vermauert werden. Faßt der Ofen 10 bis 1200w' (par.) Kalkſteine, ſo ſind 7 Menſchen 2 Tage mit dem Einſatze beſchäftigt. Dauert der Brand 2 Tage, die Abkühlung 2 Tage, der Austrag 2 Tage, ſo können 10 Arbeiter und 1 Aufſeher 4 ſolche Oefen fortwährend unterhalten, wenn die nöthigen Stoffe zur Hand liegen.

Für leichtflammendes Brennholz reicht ein Luftſtrom durch die Ofenthür zu; für großſcheitiges, kohlehaltendes, wenig flammendes Holz muß der Herd die Roſtzüge s, s, s erhalten, mit einem Aſchenfalle v, durch den die Luft zuſtrömt. Bisweilen wird es zur Vertheilung des Zuges nach den Wänden hin erforderlich, dort Holzſcheite, wie ei f, aufrecht geſtellt, in den Einſatz zu bringen, die, nach ihrem Verbrennen, Züge offen laſſen.

M. Rauc. d. Charleville bemerkt über den Betrieb dieſes Ofens noch Folgendes: Man ſteigere die Fülle des Feuers, alſo den Brennſtoffaufwand, im Verhältniſſe der Zahlen 1, 2, 3, 6 ſo, daß nach 30 Stunden der höchſte Hitzgrad ſtatt findet. Nachher findet die Minderung im Verhältniſſe 6 : 4 : 2 ſtatt. Den zweiten Tag braucht man 6mal ſo viel Brennſtoff als am erſten. Wenn man mit Schlagholz feuert, das lebhaft brennt, ſo braucht man (zu dem Einſatz dieſes Ofens von 10 — 1200w') 1500c' Holz und 600 Reißbündel (von 8'' Dicke, 5' Länge). Der Brand dauert 50 Stunden: 8 Stunden Schmauchfeuer mit Reiſig, 18 bis 36 Mehrung der Glut, dann wieder Minderung in oben angegebenem Verhältniſſe. Ein Brand mit weniger flammendem Eichenholz ohne Reiſig kann 4 — 5 anſtatt 2 Tage, mit großen, feuchten Scheiten von altem Holze wohl 7 bis 8 Tage (?) dauern und den doppelten Holzaufwand erfordern. Endlich kann man 140 bis 150w' Aſche ſammeln und die Schürthür und obere Schlunddecke werden hinweggenommen, um den Zug zur Beſchleunigung der Abkühlung zu befördern. Der Hr. Verfaſſer macht hierzu folgende Preisberechnung:

1200w' Steine koſten zu 5 cent.	60 Fr.
1500w' Tannenholz zu 20 cent.	300 —
50 Taglohne, während des Brandes doppelt gerechnet à 2 Fr.	100 —
Unterhaltung des Ofens, Werkzeug, Unkoſten ꝛc.	40 —
Zuſammen	500 Fr.

Da aber aus 1200w' Steinen nur 1000w' gebrannter Kalk gewonnen wird, ſo kommt 1w' auf ½ cent. zu ſtehen.

§. 114.

Rechteckiger Kalkofen mit Scheidungen.

IV.) Für einen großen, mehre Oefen erfordernden Betrieb kann man dieſe, nach Fig. 154 im Grundriſſe und 155 im Durchſchnitte und Aufriſſe, zuſammenbauen und durch Scheidemauern a a trennen. Jede der zuſammenhängenden Ofenabtheilungen hat in der Stirnmauer f g zwei Mundlöcher — Schürlöcher p p, nach deren lichtem Querſchnitte die Schürgaſſen q q von Kalkſteinen aufgeſetzt und überwölbt werden, die bis gegen die Rückmauer laufen, wenn dieſe im Berge — im Boden — ſteht und nicht etwa ebenfalls ſo durchbrochen wird, daß die Schürgaſſen ganz durchlaufen, der Ofen alſo zweihäuptig — zweiſchürig — doppelſchürig — wird. c, c, c ſind verſtärkende Mauerpfeiler. Man kann ſo 4 oder 6 Oefen zuſammenſtellen und durch Scheidemauern trennen. Raucourt de Charleville will, daß die Scheidemauern von Kalkſteinen in Lehm aufgeſetzt werden. Aber dieſe Steine brennen mürbe, wodurch während des Austragens aus einer Ofenabtheilung Gefahr des Einſturzes entſteht. Es ſcheint daher beſſer zu ſein, dieſe Scheidemauern von feuerfeſten Steinen aufzuführen und darinnen mehre hohe, ſchmale Thüren anzulegen, die beim Einſatze mit Kalkſteinen ausgeſetzt werden. So kann die Hitze während des Brandes einer Abtheilung A in der Abtheilung B, wenn dieſe beſchickt iſt, wirkſam werden. Schließt man aber nach der Gare in A die Züge der Decke und hält oben die Hitze durch eine Thonlage ꝛc. ab

und öffnet die Schürthüren, ſo führt der Zug die in A geſchloſſene Hitze durch die loſe ausgeſetzten, hohen, ſchmalen Thüren der Scheidewand aus A in die Abtheilung B, die als Schmauchfeuerung dient und alſo zweckmäßig, holzerſparend benützt wird. Während des Austragens aus A werden die Ausſetzſteine der Zwiſchenthüren, ſo wie ſie frei werden, von außen mit Thon verſchmiert.

Im Ofen nimmt die Hitze vom Herde nach oben ſtets ab. Der Kalk erfordert zum Garbrennen 30, wenigſtens 20, Grad Wedgwood. Um in der Gegend, wo die Hitze nur noch 20 bis 15 Grade beträgt, dieſe nicht unnütz zu verlieren, brenne man dort Stoffe, wofür dieſe Hitzegrade zureichen u. ſ. w. Es kann daher der Einſatz in einem 15′ hohen Ofen alſo geſchehen: 8 bis 10′ hoch Kalk, wie Fig. 155 zeigt, dann 3 bis 4′ hoch Ziegel, dann Kuchen zu künſtlichem Waſſerkalke, wovon unten geſprochen wird, die weniger Hitze fordern, als Ziegel, endlich auf Eiſenblechen Thonerden, um ſie zu Zämenten für Waſſermörtel zu brennen.

§. 115.

Rumford'ſcher Stichofen.

V.) Fig. 150, 151, 152 ſtellt den Rumford'ſchen Stichofen dar. Die Flamme auf dem ſeitwärts angebrachten Feuerroſte bei f ſchlägt zurück. Dadurch wird der entwickelte, mit Sauerſtoffgas der freien Luft gemengte, Rauch von der Flamme verzehrt, die durch den Kanal c, dann durch die Oeffnungen des Roſtes a ſchlägt, worauf die Steine im hohen abgeſtumpft kegelförmigen Schachte a b liegen, die oben in dem Maaſe nachgeſchüttet werden als ſie, gar gebrannt, unten aus den beiderſeitigen Stichen herausgenommen werden. Fig. 152 iſt der Querſchnitt nach der Linie c d und Fig. 151 der Querſchnitt nach der Linie a b des Grundriſſes Fig. 150. Der Schacht kann wenigſtens 15′ hoch, unten 2′ im Durchmeſſer weit gemacht werden. Zum Nachſehen dienen die außerdem geſchloſſenen Oeffnungen m, m Fig. 152.

§. 116.

Trichterofen.

VI.) Fig. 156 ſtellt den Grundriß und Fig. 157 den Querſchnitt eines trichterförmigen Schachtofens — worin die 3 — 4″ großen, nöthigenfalls zerſchlagenen Kalkſteine mit Steinkohlen lagenweiſe geſchichtet werden — dar. Der Querſchnitt des nach oben trichterförmig weitern Schachtes iſt ein Kreis oder Gevierte (Quadrat). 1, 1 iſt der Aſchenfall, durch den zugleich aus den überwölbten Thüren 2, 2, 2 die nöthige Luft durch die Roſtöffnungen 3, 3, 3, 3 zur Unterhaltung des Brandes zuſtrömt. Mitten auf dem Aſchenbehälter ſteht der Mönch 4, der kegelförmig in den Schacht hinauf reicht. Zum Theile bildet er die ſchräge Sohle der Stichöffnungen 5, 5, durch welche der gare Kalk herausgezogen wird und die außerdem durch eiſerne Thüren außen gegen den rings um den Aſchenbehälter herumlaufenden, überwölbten Gang 6, 6, 6 dicht verſchloſſen werden können. Zu dieſem Gang führen die äußern Zugangthüren 7, 7, 7. Bei 8 liegen in den Stichöffnungen in ſchräger Linie bewegliche Roſtſtäbe, worauf die unterſte Lage des Einſatzes zum Theile liegt und die hinweggenommen werden können, wenn man den garen Kalk aus dem untern Schachttheile herausnehmen will. Bei 9 ſteht ein Gefäß auf einem Boden, in das der gare Kalk auf ſchräger Bahn hinein rollt. Bei kleinen Oefen reicht eine Stichöffnung hin, bei größern werden nach Verhältniß mehre angelegt. Die obere Schachtöffnung iſt mit einem gemauerten Mantel umgeben, in dem eine Thür gelaſſen werden muß, damit der Aufgeber zum ringsumlaufenden, offenen Gange zukommen kann.

Die Beſchickung dieſes Ofens iſt, wie folgt: Auf den Roſt, der die ſchräge Decke des Stiches gegen den Schachtraum bildet, wird eine leichtflammende Lage von Stroh, kleinem, dürrem Holze ꝛc. gemacht, worauf die erſte Lage von Steinkohlen folgt. Nunmehr folgen abwechſelnd Steinkohlen- und Kalkſteinlagen ſo, daß die unterſte Kohlenlage am dickſten, jede folgende derſelben aber für gleichdicke Kalkſteinlagen immer dünner wird. Im Allgemeinen kann angenommen werden, daß die Kohlenlagendicke ⅓ bis ¼ der Kalkſteinlagendicke beträgt. Wenn die 4te Kalkſteinlage eingebracht iſt, ſo wird unten angebrannt und erſt dann, wenn das Durchbrennen in der oberſten Steinfläche erkannt iſt, wird eine neue Lage von Kohle, dann Kalkſtein aufgebracht. Nach 2 bis 3 Tagen wird ſo der Einſatz vollendet und der ganze Ofen im Brande ſein. Es erfordert oft Nachhilfe, bis ſo der Brand bis oben gebracht wird. Man muß nöthigenfalls an Steinkohlen zugeben und in den Kalkſteinlagen Röhren für den Luftzug zu bilden ſuchen. Ob man gleich die erſten Kohlenlagen weiter unten im-

mer dicker macht, wird doch meiſt der erſte abgeſtochene Kalk nicht gar ſein. Man kann aber immer den noch nicht garen Kalk oben wieder aufgeben. Im Betriebe des Ofens überſetzt man anfänglich den Brennſtoff und mindert denſelben nach und nach, bis man dahin gelangt, wo weniger den Kalk noch nicht gar brennt. So wird unmittelbar die kleinſte zum Garbrennen erforderliche Brennſtoffmenge bald ausgemittelt und damit fortgefahren, bis etwa kleine Verhältnißänderungen kleine Zugaben nöthig oder kleine Abbrüche möglich machen.

Der Brand wird beſchleunigt oder verzögert, je nachdem man durch die Thüren des Aſchenfalles mehr oder weniger Luft zuſtrömen läßt, wozu dieſe Thüren, etwa als eiſerne Schubthüren, gehörig eingerichtet ſein müſſen. Uebrigens werden durch eiſerne Stangen — Lanzen, allenfalls an hölzernen Stielen — durch kräftige, wiederholte Stöße oben Luftzugröhren im Einſatze gebildet, um den Zug in erforderlichen Richtungen zu kräftigen. Dagegen kann er durch Aufſchütten von kleingemachten Kalkſteinen gemindert, durch Aufſchütten einer hinlänglich hohen Lage davon oder von Erde, die man zuſammenſtampfen kann, wohl 8 bis 12 Tage und länger ſo unterdrückt werden, daß der Brand, wenn man etwa den Betrieb ſo lange einſtellen wollte, gleichſam ſtillſteht, dann aber nach der Wiederabräumung fortgeſetzt werden kann.

So wie nach und nach die Kohlen verbrennen, verlöſcht das Feuer im untern Schachtraume und die Steine werden dort kalt. Dann nimmt man dieſe heraus, indem man nach Erfordern einige der beweglichen Roſtſtäbe bis 8 herausnimmt, bis man auf noch heißen Kalk in der Höhe trifft, der nachfällt. Das Abſtechen erfolgt alle 12 bis 24 Stunden, je nachdem der Ofen kleiner oder größer iſt. Der hier gezeichnete, von 3 Arbeitern verſehene Ofen, faßt etwa 500w′ (par.) Kalkſteine und man erhält davon als gar täglich $1/3$ oder etwas mehr. Man kann die beweglichen Roſtſtäbe einige Tage herauslaſſen. Sobald aber der Aſchenraum durch Steinkohlenaſche und Kalkſtaub ausgefüllt iſt, müſſen jene Stäbe wieder eingeſetzt und der Aſchenraum muß entleert werden. Dieſes erhaltene Aſchengemenge wurde früher als Zäment zum Waſſermörtel theurer verkauft als jetzt, wo man dieſes Zäment in ſeiner Natur genauer kennt und auf andere wohlfeile Art faſt überall erhalten oder künſtlich bereiten kann. In Flandern und jenen Gegenden iſt für den Waſſerbau ſolche Aſche unter dem Namen: Dornick'ſche — Tournay'ſche — Aſche ſchon lange Handelswaare geweſen. Dort füttert man die Schachtzimmerungen der Kohlengruben mit einem Mörtel von Kalk und ſolcher Aſche, der ſehr feſt im Waſſer ſteht, 6″ dick aus. Das Gemenge wird durch Sieben innig vereinigt und ohne viel Waſſer dicht an die Wände angeſchlagen. Belidor (Ing. Wiſſenſch. 1ſter Thl., 3ter B., 5tes Kap.) ſpricht vom Beimiſchen der Steinkohle zum Mörtel.

Beim Nachſinken bildet die Einſatzoberfläche gegen die Mitte hin eine runde Vertiefung. Deßhalb räumt man dann den Stoff von der Mauer ab gegen die Mitte, oder man gibt wieder ſo auf, daß die neue Oberfläche ſich aufwärts wölbt. Auch hält man die größten Steine mit den meiſten Kohlen in der Mitte.

Dieſer Ofen kann aber auch mit Torf beſchickt werden. Man braucht dann dem Raume nach etwa doppelt ſo viel Torf als Steine; oder mit Holz, wovon man etwa gleichviel, dem Raume nach, braucht. Holzkohlen werden zu koſtbar.

Der tägliche Aufwand bei dem hier gezeichneten Ofen kann ſein:

216w′ Kalkſtein zu 5 cent.	10 fr. 80 cent.
3 Arbeitslöhnungen zu 2 fr.	6 — „ —
Für Steinſchlagen	4 — „ —
80w′ Steinkohlen zu 50 cent.	40 — „ —
Unterhaltung und Werkzeug	9 — 30 —
Zuſammen	70 fr. „ cent.

Hieraus erhält man täglich 160 — 200w′ gebrannten Kalk, im Preiſe zu 35 — 40 Zentimen (centimes).

§. 117.

Röſtofen.

VII.) Zum Röſten ſandigen oder ſtaubigen Kalks, künſtlicher Puzzulane ꝛc., dient der Reverberirofen (Rückſtralofen) Fig. 146. Der Roſt a des Feuerraumes hat unter ſich einen Aſchenfall c mit der Windzugthür d. Er liegt deſto tiefer unter dem Herde — Röſtraum — Glühraum h h, je größerflammend der Brennſtoff iſt, und wird niedrig und flach überwölbt. Auf die Herdfläche wird der Brennkalk durch die Thür n, oder durch

eine beſondere, während des Röſtens zu verſchließende, Thür g zur Seite oder im Gewölbe eingebracht, darauf ausgearbeitet und mit Harken, Schaufeln ꝛc. durch die Thür von Zeit zu Zeit umgerührt. Bei f iſt eine niedrige Mauerbank — die Brücke — ſo hoch als der Kalk aufgeſchüttet wird. Die Flamme bekommt ihren Zug über den Herd unter dem Gewölbe durch die Oeffnung k — den Fuchs — rampant — dem Feuerroſt entgegengeſetzt, in die Eſſe l, mit einem Blechſchieber m, m, die deſto mehr Zug bewirkt, je höher ſie erbaut wird. Hier ſenkt ſich nach hinten das Gewölbe. Man könnte dagegen auch den Herd anſteigen laſſen, um rückwärts mit Abnehmen der Hitze auch den lichten Querſchnitt des Glühraumes zu mindern. Den garen Kalk zieht man aus der Einſatzöffnung g oder auch der Oeffnung n oder durch einen dann zu öffnenden Durchfall im Herde herab in die Herdunterwölbung q.

§. 118.

Flammenofen.

VIII.) Der Röſt- oder Flammofen, Fig. 147 und 148, hat nur das Beſondere, daß man auf die Eſſe einen Trichter, wie t r Fig. 149, ſtellt und daraus den Kalkſand herunter ſchüttet, während bei o o ein hinlänglich engräumiger Roſt in der Mitte aber ein Rohr von Eiſen, gebranntem Thone ꝛc. angebracht wird, ſo, daß, indem ein Theil Brennkalk auf dem Herde gar brennt, der nachher aufzuſchüttende, inzwiſchen in der Eſſe einem Schmauchfeuer unterliegt, dann aber durch Herausnahme einiger Roſtſtäbe bei o o auf den Herd herabfallen wird. Durch Verlängerung des Luftzugloches wird der Zug lebhafter.

§. 119.

Röhrofen.

IX.) Der Röhrofen, Fig. 149, hat Roſt, Aſchenfall und eine gekrümmte Schlothröhre a b. In dieſer liegt eine eiſenblecherne, im Querſchnitte 18″ breite, 6″ tiefe Röhre c, h, unten dem Feuer zum beſtändigen Rothglühen ausgeſetzt, nach oben nur durch den abziehend ſie umgebenden Rauch immer geringer erwärmt. Sie endet oben in einen Trichter zur Aufnahme des zu röſtenden Kalkſandes. So iſt die Brennröhre c, h oben beſtändig ganz ausgefüllt, im untern gekrümmten Theile aber nur zu unterſt ſo, daß die Luft bei c durch eine durchlöcherte Kapſelthür eintreten und hindurch ſtrömen kann. Etwa alle 10 — 15 Minuten wird die Kapſel c zur Herausnahme des garen Theils in das untergeſetzte Gefäß d geöffnet, worauf ein gleich großer Theil von oben wieder nachrollt.

§. 120.

Röſtofen mit beweglichen Eiſenplatten.

X.) Im Röſtofen, Fig. 158 und 159, fällt der Kalkſand ꝛc. auf die ſchräggeſtellten Eiſenplatten a b, a′ b′ mit Seitenrändern, auf Eiſenſtangengerüſten, um das Scharnier q beweglich, wenn ſie durch den Zug y s t u r gehoben werden. Läßt ſie der Arbeiter gegen die Rückwand d e fallen, ſo entſteht eine Erſchütterung, wodurch der Kalkſand immer weiter vorwärts, ihm immer wieder anderer nachrollt, bis er vorn bei a, a, a′, a′ abfällt und auf einer Schiefe v, v in dem Raume A ſich anſammelt. Bei a und a′, wo Rothhitze unterhalten wird, brennt die Maſſe gar, nachdem ſie vom Trichter T aus bis dahin allmälig immer ſtärker erhitzt wird. In m n ſind in der Mauer Luftzüge angebracht, die durch Schieber beliebig mehr oder weniger geöffnet werden können.

§. 121.

Kankrin'ſcher Ofen.

In der zweiten Aufl. des I. Thl. meines Handb. f. Baum. iſt die Abbildung des Cancrin'ſchen Kalkofens. Dieſer beſteht in einem äußerlich abgekürzt vierkantig geſtalteten, durch lothrechte Pfeiler verſtärkten Ofengemäuer, innen mit einem abgekürzt kegelförmigen Schachte für den Kalkeinſatz. Die Schachtſohle iſt ein oben ebener, unten gewölbter Thonroſt auf dem Feuerraume. Das Feuer brennt auf einem untern Roſte und ſchlägt

durch den obern Roſt in den Kalkſchacht. Unter der Sohle des Aſchenraumes gehen kreuzend Kanäle durch den feuchten Erdboden, die ſich an den Ofenſtirnen zum Verdunſten der Erdfeuchtigkeit nach oben öffnen.

§. 122.

Tiroler Kalkofen.

Zeichnung und Beſchreibung der Kalköfen, in denen Flußkieſel (Kalkgrand) allein gebrannt werden, wie die am Inn, unterhalb Kuffſtein, theilt v. Wiebeking mit: „Auf ¾ ihrer Höhe (Fig. 160 und 161) ſind die-
„ſelben rundum mit einem etwa oben 18′ breiten Erdhügel ab bis auf eine Vertiefung d, die von einer von
„(Kalk-) Kieſeln aufgeſetzten Mauer, den Erdhügel ſtützend, nach zwei Seiten eingefaßt iſt, umgeben; die Sei-
„tenwände des Ofens bf ſind nach einer verkehrten Ellipſe mit Kieſel belegt; in der Spitze derſelben iſt das
„mit Stein oder eiſernen Stäben belegte Aſchenloch g angebracht. Das ſpitzförmige Gewölbe A wird vor jeder
„Füllung des Ofens aus einer Bretterverſchalung konſtruirt; zwiſchen dieſen Brettern bleiben noch kleine Räume.
„Auf dieſe Verſchalung wird eine Reihe der größern Flußkieſel (mit einigen ihrer Theile nahe an einander) auf-
„geſetzt; auf dieſe kommt eine zweite Reihe, jedoch kleine Zwiſchenräume laſſend, dergeſtalt, daß immer ein Kie-
„ſel auf der Fuge der untern Reihe ſteht; endlich wird eben ſo die dritte Reihe gewölbartig aufgeſetzt. Auf die-
„ſes Gewölbe werden nun die Kieſel aufgeſchüttet und ſelbſt über die Oberfläche des Erdhügels nach einem kreis-
„förmigen Umfang bis zur Oberfläche BC. Iſt dieſe geebnet, ſo wird eine Mörteldecke von einigen Zollen
„darüber gelegt. Nun wird in dem Gewölbe A, nachdem daſſelbe vorne bis auf eine zum Durchwerfen der
„Holzſcheite erforderliche Oeffnung i mit Kieſel zugeſetzt iſt, zu feuern angefangen, nach und nach immer ſtärker,
„ſo, daß der Brand 10 — 12 Tage dauert, welcher 90 — 100 Muth (zu 4 baj. Scheff.) Kalk gibt und 20
„Kub.-Kl. fichtenes Holz erfordert. Nachdem die erwähnte Bretterverſchalung des Gewölbes A gänzlich vom
„Feuer zerſtört iſt, ſchlagen die Flammen aus dem über dem Erdhügel gelegenen Theile der Kieſel hinaus, und
„damit dieſe vom Winde nicht zurückgeworfen werden können, iſt der äußere Rand des Erdhügels a mit einem
„Bretterzaune aD umgeben. Die oben aufgelegte Mörteldecke ſchützt den im Freien ſtehenden Kalkofen gegen
„Regen, ſo daß der Brand von keiner Witterung unterbrochen wird.“

§. 123.

Holländiſcher Seemuſchelofen.

v. Wiebeking ſagt ferner: „In Holland wird der Kalk aus Seemuſcheln mit Torffeuer gebrannt; der
„Kalkofen hat zu ſeiner Grundfläche einen Kreis und bildet, wie Fig. 162 zeigt, einen abgeſtumpften Kegel,
„der zu ſeiner Höhe 14 — 15′ und zu ſeiner Baſis das Doppelte hat; ſeine Mauern ſind unten etwa 5′ dick.
„Außer der Thüröffnung, die oberhalb bei c verſchloſſen ſein kann, hat er 10 — 11 Oeffnungen a, welche, wenn
„der Brand angeht, dergeſtalt mit Mauerſteinen zugeſetzt werden, daß immer zwiſchen zweien eine Oeffnung
„bleibt, um den Luftzug in dem Ofen, ſomit das Brennen des Torfes, zu bewirken, und zu dieſem Ende ſind
„zur Leitung des Windes Bretterwände b, je nachdem der Wind bläſt, an jene Oeffnungen geſtellt. Die Sohle
„des Ofens beſteht aus gutgebrannten, kleinen Mauerſteinen, Klinker genannt, worauf eine Lage Torf mit Zwi-
„ſchenräumen aufgeſetzt wird; auf dieſe kommt eine Lage Muſcheln, dann wieder eine Lage Torf, und die 8te
„Lage Muſcheln wird mit Torf bedeckt. Der Feuerkanal geht von einer der zuerſt genannten Oeffnungen a an,
„und jede von deſſen Seitenmauern iſt durch 4 — 5 Oeffnungen durchbrochen. Die in dieſen Feuerkanal geleg-
„ten Torfſtücke werden, nachdem der Ofen gefüllt iſt, angezündet, und die großen Oeffnungen a auf die erwähnte
„Weiſe mit Mauerſteinen zugeſetzt, die alſo eine Menge kleiner Zugöffnungen bilden.“

§. 124.

Schleſiſcher hoher Kalkofen.

Fig. 110 A, B, C, D ſtellt einen vom Hrn. Bauinſp. Rimann beſchriebenen tonnenförmigen — hohen — Kalkofen dar, wie man ihn in Schleſiens Gebirgkreiſen antrifft. B iſt der Keſſel, k der Krater (die obere Mündung), S eine der 3 Schlaufen zu den Schürlöchern. Er faßt 864w′ Kalkſteine nebſt der Steinkohlenſchichtung und liefert täglich etwa 94 preuß. Scheffel gebrannten Kalk. Fig. D iſt der Grundriß ei-

nes kleinern Ofens. Erſterer ſteht im Erdabhange, letzterer frei. Der Ofenrand wird umländert. Hauptſache iſt die richtige Anlage des Keſſels. Ohne Erfahrung iſt es beſſer, den Keſſelbauch nach der Linie **a b c** um 2′ enger zu machen. Die Futtermauer **m n** wird von (feuerfeſten) Backſteinen 1′ dick mit Lehm gemauert. Der 6 — 7′ dicke Mantel kann von Bruchſteinen mit Kalkmörtel ausgeführt werden.

Der Herd wird mit einer Abdachung von Ziegeln auf die hohe Kante gemauert. So die Schürlöcher. Der Roſt, von Guß= oder geſchmiedetem Eiſen, beſteht aus einer lothrecht ſtehenden, 2″ ſtarken Gabel, in welche zwei Roſtſtäbe, mindeſtens $1^1/_2$″ ins Gevierte ſtark, wagrecht eingelegt werden. Vor dem Gebrauche muß das Ofengemäuer vollkommen austrocknen, um nicht zu zerreißen.

Beim Brennen wird alſo verfahren: Es werden 6 — 8 kleingeſpaltene Holzſcheite ſo auf den Roſt gelegt, daß hinlänglicher Zug durchgehen kann; darauf drei Bunde recht dürres Reiſig und hierauf wieder eine Viertels=Tonne ſtarke Steinkohlen, gleich und locker vertheilt. Ueber dieſe kommt eine 8 — 10 Zolle dicke Lage kleiner Kohlen; hierauf folgt eine 8 — 10″ hohe Lage oder Schicht ſtarker, alsdann eine 12 — 14″ hohe Lage unausgeſuchter Kalkſteine. So wird nun mit 8 — 10″ hohen Kohlen= und 12 — 14″ hohen Steinlagen fortgefahren, bis der Ofen voll iſt.

Nunmehr wird er in Brand geſetzt, nachdem vorher der Herd unter dem Roſte und ſämmtliche Schürlöcher ganz voll Reiſig geſtopft ſind. Das Reiſig wird überall zugleich angezündet und das Feuer aufmerkſam unterhalten — immer ſo viel Holz und Reiſig nachgeſteckt, daß die Kohlen im Keſſel gleichförmig fortbrennen, wobei oben der Rauch aus dem Krater überall gleichmäßig durchdringen muß.

Iſt dieſes erreicht, ſo bleibt der Ofen drei Tage, auch länger, ruhig ſtehen, bis etwa $^1/_5$ des Keſſels unten durchgebrannt iſt und kein Feuer mehr hat. Dann erfolgt der erſte Zug — es wird in allen 3 Schüren zugleich mit eiſernen 4′ langen Stangen zwiſchen die Roſtſtäbe geſtoßen, damit die gebrannten Kalkſteine durch die Roſtſtäbe und Schüren in die Schlaufen fallen, bis das gare Einfünftel heraus= und das höhere Feuer in die Nähe des Roſtes herabgeſunken iſt.

Der erſte Zug gibt nie gehörig gebrannten Kalk, wird alſo noch einmal aufgeſchüttet. Erſt nach einem 6 — 8tägigen Gange liefert der Ofen einen vollkommenen Zug. Es verſteht ſich, daß mit dem Abſtiche der Ofen oben immer wieder ſchichtenweiſe mit Kohle und Stein vollgefüllt werden muß. Iſt der Ofen in ſtetem Gange, ſo wird alle 12 Stunden ein Zug gar. Beim Aufſchütten werden die Kohlen um den Kraterrand etwas dicker aufgelegt, damit beim Ausbreiten im tiefern, weitern Bauch des Keſſels genug Brennſtoff vorhanden ſei. Wie man dabei kleine Kohlen (Staub=, Kalkkohlen) nimmt, da (große) Würfelkohlen nicht taugen, müſſen zu große Steine bis auf 6″ Durchmeſſer zerſchlagen werden; zu kleine verſtopfen aber den Zug. 108w′ Kalkſteine geben 15 Tonnen (zu 4 preuß. Scheffel) gebrannten Kalk und erfordern 8 Tonnen Kohlen. Dieſer Ofen braucht zum Betrieb 1 Brenner, 2 — 3 Handlanger. Man erkennt leicht aus dieſer Beſchreibung, daß hierzu viel Erfahrung und Aufmerkſamkeit gehöre.

§. 125.

Löſchen und Einſumpfen des Kalkes.

Man löſcht den Kalk auf zweierlei Weiſe:

A) vollkommen durch ſo viel Waſſer, daß dadurch Kalkbrei — Weißkalk — Mauerkalk — Schwemmkalk (= Kalkhidrat + Waſſer) entſteht. Dieſe Löſchart nennt man das Kalkſchwemmen. Wir wollen ſie in der Folge auch die gewöhnliche nennen. Dann:

B) unvollkommen durch Darſtellung des Kalkhidrats — Staubkalks — Mehlkalks — Kalkpulvers, das bei der Anwendung zu Mörtel durch fernern Waſſerzuſatz zu Kalkbrei gemacht wird. Dieſe Art wollen wir die durch Zerfallen (in Pulver) nennen. Sie geſchieht übrigens entweder durch Untertauchen oder freiwillig (in feuchter Luft), wie nachher näher gezeigt wird.

Aus Verſuchen, die der Ritter Cadet de Gassicourt anſtellte, ergab ſich Folgendes:

40 Grammen Kalk (gereinigte Kreide von Meudon) mit 12 Grammen Waſſer bei 12° Reaumur fing nach 5 Minuten an, ſich zu löſchen. Nach 7 Minuten war die Erhitzung 100°, nach 15 Min. noch 75°, der Kalk war unvollkommen gelöſcht; er wog 48 Grammen; die Verdunſtung betrug alſo 4 Gr.

40 Gr. Kalk mit 16 Gr. Waſſer erhitzte ſich eben ſo, wurde unvollkommen gelöſcht und wog 48 Gr. 4 Dezigrammen.

40 Gr. Kalk mit 24 Gr. Waſſer erhitzte ſich eben ſo, war nach 15 Minuten vollkommen gelöſcht und wog 58 Gr. 6 Dezigrammen.

Nach dem zweiten dieſer Gassicourt'ſchen Verſuche würde zum vollkommenen Löſchen dem Gewichte nach 0,4 Waſſer zureichen, wovon der 0,475ſte Theil verdunſtet, der 0,525ſte Theil aber ſich mit dem Kalke ſo verbindet, daß er 0,21 vom gelöſchten Kalke betrüge. Da aber das (trockne) Kalkhidrat nach Schubert 24%, nach Berzelius (Lehrbuch von Wöhler 1825 überſ., I. Bd.) 25% Waſſer enthält, ſo hatte wohl der von Gassicourt angewendete, ungelöſchte Kalk ſchon einen Theil Waſſer aus der Luft angenommen. Bei dieſem Verſuche wurde auch das Kalkhidrat nur feucht. Steifer Kalkbrei aus reinem, fettem Kalke erfordert, ohne die Verdunſtung, das $3\frac{1}{4}$fache ſeines Gewichtes an Waſſer; denn 1w' rüdersdorfer Kalkſtein wog roh $160\frac{3}{4}$ Pf., gebrannt $83\frac{1}{2}$ Pf. und lieferte $3\frac{1}{2}$w' völlig ſteifen Kalkbrei, der 281 Pf. wog, alſo faſt $3\frac{1}{2}$ mal ſo viel, als im gebrannten, $1\frac{3}{4}$ mal ſo viel, als im rohen Zuſtande. Die Verdunſtung gibt Triest bei dieſem ſeinem Verſuche, der mit Manger's Angabe ſehr übereinkommt, nicht an. Je magerer der Kalk iſt, deſto weniger Löſchwaſſer erfordert er, weil nur der eigentliche Kalkantheil der löſchende Antheil iſt. Nach Charleville erfordert fetter (reiner) Kalk dem Gewichte nach $3\frac{1}{5}$ — $3\frac{1}{2}$ ſo viel Waſſer (die Verdunſtung eingerechnet), um als (ſteifer) Brei dem Raume nach zum $3\frac{1}{2}$fachen zu gedeihen; während es natürliche Zämente gibt, die nur vom Raume = 1 zu dem = $1\frac{1}{5}$ aufſchwellen.

Bei den fernern Gassicourt'ſchen Verſuchen (ſ. mein Handb. I. Thl.) war die Erhitzung immer geringer, je mehr verhältnißmäßig Waſſer genommen wurde; denn die Wärmemenge, die bei der Bildung einer Maſſe Kalkhidrats entwickelt wird, vertheilt ſich dann in immer mehr Waſſertheile, die als bloßer Mengtheil im Kalkbrei ungebunden — naß — bleiben, oder, die entwickelte Wärmemenge ſteht nur im Verhältniß der im Hidrate gebundenen — feſt und trocken werdenden — Waſſermenge. Wurden 192 Gr. Waſſer auf 40 Gr. Kalk genommen, ſo ſtieg die Erhitzung nach 15 Minuten noch bis auf 52°, nicht höher, der Kalk wurde noch vollkommen gelöſcht, aber es ſtiegen nicht merklich mehr Dämpfe auf. Nahm man 5 Hektogrammen Waſſer auf 40 Gr. Kalk, ſo ging die Erhitzung nur bis 29°, der Kalk wurde nur unvollkommen gelöſcht; er zerfiel in körnige Stückchen, ohne Verdampfung, die auch nach 12 Stunden nicht zergingen. In den Dämpfen fand man 0,004 des Gewichtes Kalk aufgelöst. Mit der Vermehrung der Kalkmaſſe, bei gleichem Verhältniſſe im Waſſerzuſatze, ſtieg der Hitzgrad (weil verhältnißmäßig weniger Abkühlung dabei ſtatt fand?). Man brachte ihn bis auf 270°.

Das Löſchen der erſtern Art geſchieht gewöhnlich in offenen ſogenannten Sümpfen — Truhen — Löſchbänken — Kalkkäſten — Mörtel-, Speiſepfannen — Kalkläden. Es ſind dieſes (nach Fig. 163. a) meiſt rechteckige, oben offene Käſten aus $\frac{5}{4}$ bis $\frac{6}{4}$ zölligen guten Brettern, etwa 4 — 6' lang, $2\frac{1}{2}$ bis 3' ꝛc. breit, 15 — 18'' hoch. Die Querſeitenbretter ſind in die Längenſeitenbretter durchgezapft und verkeilt. Letztere erhalten an den vier Vorragungen Löcher f zur Tragbarkeit; der Boden bekommt unten Leiſten zum Hohlſtellen. An einer der ſchmalen Seite, bekommt die Löſchtrube zum Auslaſſen des gelöſchten Kalkes in die Kalkgrube in ganzer Höhe eine Thür mit einem lothrechten Schieber a, außen ein kurzes Abſchußbrett mit Rändern b, b. Damit gröbere, verunreinigende Theile zurück gehalten werden, kann die Oeffnung mit einem Drahtgitter verſehen werden. Die in Fig. 163 a dargeſtellte Löſchbank iſt in ihrer Mitte auf der Kante der Unterlage d beweglich. Die Bewegung iſt durch die keilförmigen Unterlagen e leicht ſo möglich, daß der Kaſten aus der wagrechten Stellung in eine gegen die Grube abſchüſſige Lage gebracht werden kann. Wird der Schieber a heraus genommen, ſo fließt der geſchwemmte Kalk durch das Holzgitter in der Thüre zwiſchen b, b, das die groben Theile zurück hält.

Man legt die Steine flach im Kaſten auseinander, beſprengt ſie mit ſo viel Waſſer, daß ſie kniſternd zerberſten und aufſchwellend zu Pulver zerfallen. Dann gießt man nach und nach mehr Waſſer zu und zerſtößt und rührt die Maſſe mit der Kalkhacke — Löſchkrücke — Fig. 163. b, bis ſie zum gleichförmigen Brei ohne Klümpchen und Klöſe ſich aufgelöst hat. Ich habe über dieſe Löſchart Folgendes zu erinnern:

§. 126.

Löſchwaſſer: Beſchaffenheit, Menge.

Man hielt es für vortheilhafter, weiches, von Kohlenſäure freies, oder wohl gar künſtlich entkohlenſäuertes Löſchwaſſer anzuwenden; alſo Regenwaſſer dem Flußwaſſer und dieſes dem Quellwaſſer (dem härteſten) vorzuziehen, weil die Kohlenſäure des Löſchwaſſers ſich während des Löſchens mit dem Kalkhidrate verbinde. Allein

die hierdurch zerſtreut und einzeln entſtehenden Körnchen von kohlenſaurem Kalke wirken nicht anders als Sandtheilchen, ſind alſo nicht ſchädlich und geben vielmehr, wenn ſie ſtaubklein zerſtreut ſind, dem aus ſolchem Kalke bereiteten Mörtel die Eigenſchaften des Waſſermörtels, eben ſo, als wenn der Staubkalk — das Kalkhidrat — Kohlenſäure aus der Luft nimmt und gleiche Eigenſchaften erhält. Man mag daher immer bei größern Bauen, wenn man das Löſchwaſſer nicht ſchon nahe genug hat, verſuchen, an der Bauſtelle, oder doch in der Nähe, einen Brunnen zu erſchroten, der dann oft für den Bau ſelbſt wird fortbeſtehen können. Salzſoolen werden zum Kalklöſchen immer unbrauchbar ſein. Andere Mineralwaſſer wird man ſtets vorher erſt prüfen müſſen. Kochſalz im Löſchwaſſer gibt Anlaß, daß auf den Mauern kohlenſaures Natron auswittert.

An Löſchwaſſer kann man zu viel oder zu wenig nehmen — im erſtern Falle, wie die Maurer ſagen, den Kalk erſäufen, im letztern verbrennen. Durch das Erſäufen entfernen ſich die Kalktheile zu ſehr durch das dazwiſchen getretene Waſſer; der Kalk kann nur erſt nach langſamer Verdunſtung des überſchüſſigen Waſſers, während dem feine Maſſe nach Verhältniß ſchwindend aufreißt, kriſtalliſirend zu erhärten anfangen, wenn nicht etwa inzwiſchen die Bedingungen der Erhärtung ganz aufgehoben worden ſind, oder in Waſſer und Feuchtigkeit die Ausdünſtung gar nicht, ſondern gänzliche Auflöſung der Maſſe erfolgt. Dieſer Umſtand iſt bei der Bereitung des Waſſermörtels, deſſen Wirkung durchaus vom richtigen Waſſergehalte abhängig iſt, äuſſerſt wichtig, bis jetzt aber, wie es ſcheint, noch ſehr überſehen worden. Es beruht die Wirkung der Zämente im Waſſerkalke großentheils in ihrer waſſerſchluckenden Kraft, aber nicht bloß deßhalb, weil dadurch überflüſſiges Waſſer eingeſchluckt wird, wie man ſich bis jetzt dachte, ſondern vorzüglich, weil dadurch die Kraft des Anhangs zwiſchen Zäment- und Kalktheilchen erhöht, die Kriſtalliſirungsbewegung befördert wird, wie ich weiter unten zeigen werde.

Die richtige Waſſermenge, wodurch der Kalk geſättigt wird, iſt die, wodurch der Aetzkalk vollſtändig in Kalkhidrat verwandelt und außerdem mit ſo viel freiem Waſſer zu einem ſo ſteifen Taig verwandelt wird, daß hierdurch die Theile zur Kriſtalliſation, und dadurch zur Erhärtung durch eingehende gegenſeitige hinlänglich nahe Berührung, beweglich werden, was beim trockenen Kalkhidrate nicht möglich iſt, höchſtens in ganz unmerklich kleinen Theilen; beim zu wäſſerigen — erſäuften — Kalkbrei aber eben ſo wenig, weil hierbei die Stofftheilchen zu entfernt und zertrennt liegen. Solcher Kalkbrei mit Waſſerüberſchuß könnte in Waſſer nur dann mit Zäment binden, wenn er nur ſo groß wäre, daß ihn das Zäment verſchlucken könnte, das ſich aber während der Bearbeitung des Mörtels meiſt mit Waſſer geſättigt haben wird, welches dann dennoch durch Vergrößerung der gegenſeitigen Anhangskraft wirkſam wird. Es iſt zu bemerken, daß magerer — oft gut hidrauliſcher — Kalk nur ſehr langſam löſchen kann, in den kleinern Theilen wohl erſt länger nach dem Löſchen ſelbſt. Man ſagt, die Theile ſchlöſſen ſich erſt ſpäter auf. In dieſem Falle iſt dem Kalke der zum fernern Aufſchließen nöthige Waſſerbedarf zuzuſetzen und er iſt dann vor der Anwendung noch einmal tüchtig durchzuarbeiten. Die innigſte, gleichmäßigſte Durchdringung des Waſſers in die Kalkmoleküle iſt bei Bereitung des Waſſermörtels wieder höchſt wichtig. Ein ſolcher magerer Kalk wird nach und nach in der Grube ſpeckiger und fetter, wenn er nicht durch (ſtaubkleinen, im Waſſer unauflöslichen) Zämentgehalt darin zu früh erhärtet.

Es wird gut ſein, für die anzuwendenden Kalkſorten die richtige Menge des Löſchwaſſers nach dem Gewichte oder Raummaaße auszumitteln und in jedem Falle auf einmal zuzuſetzen. Hierbei iſt das verdunſtende Waſſer einzurechnen. Man muß ſich aber erinnern, daß, wenn der Kalk nicht aus dem Ofen kommend gelöſcht wird, er ſogleich anfängt, immer mehr Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen und Hidrat zu bilden, daß die Verdunſtung vom Hitzgrade und der Zeit der Löſchung abhängt, der Hitzgrad aber vom Wärmegrad des Löſchwaſſers, von deſſen Maſſeverhältniß in Bezug auf die Kalkmaſſe, von der auf einmal zu löſchenden Kalkmaſſengröße an ſich u. ſ. w., wodurch dieſe Ausmittelung immer ſchwierig und noch ſchwankender wird, wenn der Kalk in ſeiner Natur — ſeinen zufälligen Beimengungen — ſehr veränderlich vorkommt. Raucourt de Charleville will, daß das allenfalls nöthige Nachgießen kalten Waſſers nicht geſchehe, ſo lange der Löſchkalk noch koche, ſondern erſt, wenn er erkaltet ſei; denn im erſtern Falle werde der Kalk träge und grieslich.

Aber aller träg oder grieslich ſich löſchende Kalk wird nach Verhältniß zu (unter Waſſer erhärtendem) Waſſerkalk, wenn man ihn fein reibt, ſo daß die ſandigen Körnchen zu ſtaubartigem Zämente werden, wie ich ſpäter beweiſen werde.

§. 127.

Löſchen des trägen (magern) Kalks.

Bei einem trägen (kurzen) Kalke — ſolchem, der nur langſam, ohne hohe Erhitzung löſcht — wird es gut ſein, das Löſchen in verdeckten Truhen zum Zuſammenhalten der Wärme und Dämpfe vorzunehmen. Das Waſſer wird durch eine Oeffnung, mit einem wohl paſſenden Schieber verſehen, eingegoſſen. Auch ſoll man ſolchen Kalk in möglich großer Menge auf einmal löſchen. Sehr träger Waſſerkalk muß auch wohl während des Löſchens mit Waſſer zerrieben werden, am beſten zwiſchen Steinen. So geſchieht es in England mit dem berühmten römiſchen Zämente. R. de Charlev. erzählt, daß er vom (verſtorbenen) Gener. Dir. d. Straßenb. zu Petersburg, M. de Betancourt, mit Erbauung der Brücke von Narva beauftragt wurde. Dort hielt man es wegen Mangels eines brauchbaren Kalks für unmöglich, in der Narowa, über 30′ tief, mit 10 — 15′ Geſchwindigkeit in einer Sekunde, Pfeiler zu bauen; den Kalk von Narva hielt man für ganz unbrauchbar, da er ſich beim Löſchen ſo träg verhielt und man holte für die vorzüglichern Stadtbaue den Kalk aus weiter Ferne. Da ergab es ſich aber, daß dieſer Kalk nur gehörig zerrieben zu werden brauchte, um damit einen ſtarken Waſſermörtel zu erzeugen.

Hie und da iſt es gewöhnlich, den zu löſchenden Kalk auf eine feſte Ebene zu ſchütten, denſelben mit dem nachher beizumengenden Sande zu umgeben und zu bedecken, dann aber das Löſchwaſſer zuzugießen; Andere werfen den Kalk in die Grube, bedecken ihn oben mit Sand, ſchütten Löſchwaſſer zu und laſſen ihn dann ruhen. So verfuhren die Römer. (S. Milizia etc.) In beiden Fällen wird die Hitze zuſammen gehalten und träger Kalk ſchneller aufgeſchloſſen. Im erſtern Falle müſſen aber die beſten Verhältniſſe der Mörtelbeſtandtheile: Aetzkalk, Waſſer und Sand, im zweiten Falle das Verhältniß des Löſchwaſſers zum Kalke zuvor genau ausgemittelt ſein. Man nennt dieſe Löſchart das verdeckte Löſchen. Die dabei ſich öffnenden Riſſe und Spalten in der Sanddecke werden immer wieder zugedeckt.

§. 128.

Gedeihen des Kalks.

Nach dem Löſchen nimmt der Kalk als ſteifer Brei einen größern Raum ein, als im gebrannten Zuſtande. Den Raumzuwachs nennt man ſein Gedeihen — Aufgehen. Der reine, fette Kalk nimmt ſo einen 3,2 bis 3,6 mal größern Raum ein. Ein Würfelſchuh rüdersdorfer roher Kalkſtein gibt 3⅓ bis 3½ w′ ſteifen Kalkbrei. Magerer Kalk gedeiht in dem Verhältniſſe weniger, als durch Beimengungen — die Sand oder bisweilen Zämente ſind — der eigentliche Kalkgehalt weniger wird; denn nur dieſer iſt es, der aufſchwillt. Beim Löſchen in der Pfanne iſt hierauf Rückſicht zu nehmen; es darf der gebrannte Kalk nur ſo hoch eingeſchüttet werden, daß nachher der aufgehende Kalk nicht überläuft.

§. 129.

Einſumpfen.

Man bewahrt den ſo geſchwemmten Kalk in Gruben — Kalkgruben, =Kuten, =Kuhlen — auf. Dieſes Einſammeln nennt man das Einſumpfen. In den Gruben können beim Löſchen unaufgeſchloſſene Theile ſich ſpäter auflöſen, grieslicher Kalk alſo mit der Zeit fetter und ſpeckiger werden. Nach dem Einſumpfen läßt man den gelöſchten Kalk 4 — 5 Tage in der Grube offen ſtehen, während überſchüſſiges Löſchwaſſer in die Höhe tritt und abgelaſſen werden kann. In der Folge ſetzt ſich der Kalkbrei immer dichter zuſammen, und ſchwindet und reißt dann in der Folge, wenn er zu Mörtel verwendet wird, im Verhältniſſe weniger auf, wird alſo dadurch um ſo vorzüglicher.

Da der Kalkbrei aus der Luft Kohlenſäure anzieht, damit erhärtet und ſo zur Mörtelbereitung unbrauchbar wird, ſo werden die Gruben nach der Entwäſſerung bedeckt. Es geſchieht dieſes, indem etwa 1 bis 2′ hoch Sand auf die ebene Oberfläche des Sumpfkalkes aufgeſchüttet wird. Man kann zuvor Bretter auflegen, auch, für längere Aufbewahrung, oben auf die Sanddecke Erde aufſchütten, die aber beim Aufbrechen der Grube ſorgfältig beſeitigt werden muß. Wo das Bedecken unterlaſſen wird, da bildet ſich auf der Oberfläche Zäment, das

mit dem übrigen Kalke vor der Verwendung tüchtig und gleichmäßig durch Schlagen, Rühren, Stampfen, Mahlen ꝛc. vermengt werden muß.

In den ältern Bauverordnungen Roms findet man, daß kein Bauunternehmer einen Kalk vermauern durfte, bevor er drei Jahre in der Grube gelegen hatte. Zur Probe ſchnitt man ihn in der Grube mit der Kelle. Hingen an derſelben beim Herausziehen noch rohe Klümpchen, ſo ſah man ihn für noch nicht hinlänglich mürbe an; zog man das Eiſen trocken und rein heraus, ſo erklärte man ihn (aus Unkenntniß) für vertrocknet und ſeine Bindekraft für verloren; hing er aber gehörig mürbe und fettig, wie Leim, an der Kelle, ſo erklärte man ihn als brauchbar. Beſonders hielt man zum Tünchen auf alten, abgelegenen Kalk. Es kann aber ein magerer Kalk durch Zämenttheile mehr oder weniger in einzelnen Theilen durch die Maſſe zu erhärten anfangen und dadurch griеslich werden. Ein ſolcher Sumpfkalk wird dann, wenn er vorher recht tüchtig durchgearbeitet, geſchlagen und nöthigenfalls mit hinreichend viel Fettkalk vereinigt wird, einen deſto brauchbarern Waſſermörtel liefern.

Die Kalkgruben müſſen waſſerdicht und vor Ueberſchwemmung geſichert ſein. Nöthigenfalls werden ſie mit Brettern an den Seiten und im Boden ausgekleidet und dahinter mit Letten ausgeſtampft. Auf längere Zeit kann man ſie ausmauern und dann nöthigenfalls mit Letten ausdämmen. Damit die Kalkmaſſenoberfläche, der Luft und ihrer Kohlenſäure ausgeſetzt, möglich klein werde, muß man die Gruben mehr tief machen, ſo lang als breit, auch wohl rund, wenn die Erde ſteht oder ſie ausgemauert wird. Beim Verbrauche muß der Kalk wagrecht abgenommen — ausgeſtochen — werden, wenn die Oberfläche des Reſtes nachher wieder mit Sand überſchüttet werden ſoll. Auch erfordert jeder bedeutende Bau wenigſtens 2 Kuhlen, um immer eine zum Ausſtechen bereit zu haben.

§. 130.

Löſchen zu Mehlkalk.

Das Löſchen durch freiwilliges Zerfallen des gebrannten Kalkes in freier Luft zu Mehlkalk, der durch Waſſerzuſatz in Kalktaig verwandelt werden kann, iſt vom vorigen (gewöhnlichen, erſter Art) weſentlich verſchieden. Denn hier bilden ſich zerſtreut Theile kohlenſauren (harten, ſandigen) Kalkes, ſo daß das Mehl aus Kalkhidrat + Kalkkarbonat, der daraus gemachte Brei aber aus Waſſer + Kalkhidrat + Kalkkarbonat = Kalkhidrokarbonat beſteht.

Hofrath Fuchs (über Kalk und Mörtel, Leipz., 1829) ſagt: „Es wurde von mir unter andern folgender Verſuch mit der größten Sorgfalt angeſtellt. Ein 170 Gran ſchweres Stück von isländiſchem Kalkſpate wurde in einem Platintiegel gar gebrannt, wobei es am Gewichte 74,7 Gran (43,8 pr. C.) verlor. Der Kalk, welcher 95,3 Gran wog, wurde am 31. Jänner 1828 in einer leicht mit Papier bedeckten Schaale in einem trockenen Zimmer der Luft ausgeſetzt, und zu verſchiedenen Zeiten gewogen. Am 27. März wog er 150,4 Gran; am 5. Mai 156,9 Gr., am 31. Mai 157,1 Gr., am 13. Aug. 157,7 Gr., am 8. April 1829 aber 157,4 Gran.

„Da nun keine weitere Gewichtszunahme zu erwarten war, ſo ſchritt ich zur genauern Unterſuchung dieſes Körpers. Daß er nicht mit Kohlenſäure geſättigt ſein konnte, ergab ſich ſchon aus ſeinem Gewichte. Er war, was mir ſehr auffiel, nicht zu einem feinen Pulver zerfallen, ſondern hatte ſich in kleine, unbeſtimmteckige Stücke zertheilt, an welchen von dem Gefüge des Kalkſpates, was nach dem Brennen noch ſehr deutlich zu erkennen war, nichts mehr wahrgenommen werden konnte. Es mußten ſich daher die Theile des Kalkes in eine ganz andere Lage begeben haben. Er hatte eine nicht unbedeutende Härte und knirſchte ſtark beim Zerreiben ꝛc. Um den Gehalt an Kohlenſäure zu beſtimmen, wurden Verſuche angeſtellt. Von den Ergebniſſen iſt Folgendes das Mittel:

Kalk	60,70
Kohlenſäure	24,76
Waſſer	14,54
	100,00.

„Ein nicht ganz reiner Kalk, zwei Jahre der Luft ausgeſetzt, hatte 35,5 Kohlenſäure und Waſſer aufgenommen.“

Hofrath Fuchs kann, da es zu ſeiner Theorie nicht paßt, nicht zugeben wollen, daß die Beobachtung

von Vicat und Andern richtig ſei, daß Kalk durch Zerfallen an der Luft im Waſſer bindend werde. Ueber dieſe Thatſache kann aber kein Zweifel mehr erhoben werden; doch vermochte Vicat ſo wenig als Andere mit der zeitherigen (chemiſchen) Zämenttheorie dieſelbe zu erklären; die Erklärung ſelbſt wäre Widerlegung ihrer Theorie geweſen.

Die im Waſſer bindende Kraft des freiwillig zerfallenen Kalkes entſteht:

1) dadurch, daß darin kohlenſaure Kalkſteinſtäubchen gleichſam als Kriſtallkerne ſich bilden,

2) dadurch, daß (was noch nicht in Erwägung gezogen wurde) im daraus gemachten Kalkbrei die Theilchen im Verhältniß von $3,_{50}$: $1,_{67}$ einander näher liegen (M. ſ. §. 133.), ein bei Bereitung des Waſſermörtels höchſt wichtiger Umſtand.

§. 131.

Unterſchied des nach erſter oder zweiter Art gelöſchten Kalkes.

Ehe ich in der folgenden Mörtellehre meine zeither nur angedeuteten Anſichten näher entwickle, muß ich aus der äußerſt lehrreichen angeführten Schrift des Hrn. Hofr. Fuchs noch Folgendes hier mittheilen: „Was „den Unterſchied zwiſchen dem nach der erſten und zweiten Art gelöſchten Kalke (nemlich nach der gewöhnlichen „und der durch Untertauchen) anbelangt, ſo iſt leicht einzuſehen, daß er nur in der phiſiſchen Beſchaffenheit und „zwar in der verſchiedenen Feinheit (Korn) der Theile des Kalkhidrates beſtehen könne. Davon überzeugt man „ſich leicht, wenn man mit dem gelöſchten Kalke eine dünne Kalkmilch macht und dieſe ꝛc. ruhig ſtehen läßt. „Es bilden ſich, wie es bei jeder Schlämmung geſchieht, Sedimente von verſchiedenem Korn, welche ſich all„mählig in einander verlaufen.

„Dabei zeigt ſich nun ein auffallender Unterſchied zwiſchen dem nach der erſten Art und dem nach der „zweiten Art (durch Untertauchung) gelöſchten Kalke, indem nemlich dieſer einen viel größern und gröbern Bo„denſatz gibt als jener, deſſen Theile überhaupt viel länger im Waſſer ſchwebend bleiben. Der durch Eintau„chen gelöſchte Kalk fühlt ſich auch gewöhnlich zum Theil wie Sand an; die Theile des andern dagegen ſind „beinahe nicht fühlbar. Die Urſache hiervon liegt ohne Zweifel darin, daß bei der zweiten Löſchungsart, ſo „wie überhaupt, wenn zum Löſchen des Kalkes zu wenig Waſſer angewendet wird, die Temperatur viel höher „ſteigt, als wenn eine größere Waſſermenge vorhanden iſt. Dadurch backen die Theile des Kalkhidrats auf „vielen Punkten zuſammen, oder, wie die Maurer ſich ausdrücken, der Kalk verbrennt. Dieſen Kalk halten „die Bauleute ebenfalls (wie den freiwillig zerfallenen, ſogenannten abgeſtandenen) für ſchlecht, und ich muß „ihnen beipflichten, obwohl Hr. Vicat das Gegentheil behauptet u. ſ. w."

Der ſo gelöſchte Kalk kann ſchon vorher und auch noch nachher in freier Luft liegend zum Theil Kohlenſäure aufnehmen und ſo durch zerſtreut entſtandenen Zämentſtaub mager werden.

Ferner ſagt Hr. Hofr. Fuchs: „der Kalkbrei hält das Waſſer ſehr ſtark zurück, und zwar um ſo ſtärker, „je feiner er iſt; er trocknet daher nur ſehr langſam aus, wobei er ſtark ſchwindet und viele Riſſe bekommt. „Wird hierbei die Luft abgehalten und zugleich ein angemeſſener Druck angebracht, ſo erlangt das trockene Hi„drat eine ſolche Konſiſtenz, daß es dem Marmor wenig nachgibt. Sonſt erhält man es aber nur als eine „lockere Maſſe, wie Kreide und Mondmilch ꝛc."

Hr. Hofr. Fuchs bemerkt noch, daß der Hitzgrad beim Löſchen von der Steinſtruktur abhänge, dichter Kalkſtein weniger Hitze entwickle als kriſtalliniſcher. Eigentlich iſt aber umgekehrt die Struktur von der Reinheit oder Menge des Steines abhängig und die reinſten, als ſolche, müſſen die meiſte Hitze entwickeln.

§. 132.

Prüfung der Kalkſteinbeſtandtheil-Verhältniſſe aus dem Gedeihen am Gewichte.

Da nur der reine Kalkantheil, beim Löſchen zu Brei von einem beſtimmten Beſtande, Waſſer in beſtimmtem Verhältniſſe aufnimmt, und dadurch in beſtimmtem Verhältniſſe an Gewicht und Raum zunimmt, ſo wird dieſe Zunahme verhältnißmäßig deſto geringer ſein, je magerer der Kalk iſt — je mehr Sand- und Staubbeimengungen derſelbe hat. Eben ſo wird im letzteren Falle das Löſchen deſto langſamer und mit deſto weniger Erhitzung von Statten gehen. Doch werden beim magern Kalke auch die Beimengungen nach Maaßgabe ihrer

Natur und Menge einen beſtimmten verhältnißmäßigen Theil Waſſers aufnehmen, und dadurch an Gewicht, aber nicht an Raum zunehmen.

Hierauf geſtützt, hat v. Charleville (ſ. Traité sur l'art de faire de bons mortiers etc., Paris., 1828) eine ſehr ſcharfſinnig aus Verſuchen geleitete Regel angegeben, die Beſtandtheile der Kalkſorten, (die er nur als reiner Kalk, dann gemeine Baſe [Sand] und hidrauliſche Baſe [Zämentſtaub] unterſcheidet), zu beſtimmen, und zwar den Antheil an gemeiner Baſe bei Kalkſorten, die nie für ſich unter Waſſer erhärten, durch die verhältnißmäßige Zunahme an Gewicht oder Raum beim Löſchen, dann den Antheil an hidrauliſcher Baſe dadurch, daß zugleich noch die Zeit beobachtet wird, innerhalb welcher der Kalk unter Waſſer einen beſtimmten Härtegrad erreicht.

Ich kann über die Richtigkeit dieſer Verſuche kein beſtimmtes Urtheil fällen. Auf jeden Fall ſind ſie, als dem Ziele näher führend, höchſt wichtig; doch werden ſie durch fortzuſetzende Prüfungen mehr beſtätigt oder berichtigt werden müſſen. Deßhalb verweiſe ich auf das angeführte ſehr ausführliche Werk ſelbſt, wovon eine teutſche Ueberſetzung erſchienen iſt.

Vor Allem muß bemerkt werden, daß das Gedeihen des Kalkes dem Raume nach von der Art zu löſchen abhängig iſt, worauf bei der Charleville'ſchen Prüfungsregel genau Rückſicht genommen iſt. Die Zunahme an Gewicht durch das Löſchen unterliegt einem allgemeinen Geſetze ſo, daß daraus ſtets der Sandantheil (Antheil der gemeinen, nicht hidrauliſchen Baſe) berechnet werden kann, in der Vorausſetzung, daß dieſe Beimengung vom Löſchwaſſer nichts einſaugt.

Es betrage nemlich das Gewicht der Beimengung (gemeinen Baſe) $\frac{n}{m}$ vom ganzen Gewichte, dieſes zur Einheit angenommen, ſo iſt das Gewicht des (reinen) Kalkes $= \frac{m-n}{m}$. Da der reine Kalk durch Löſchen zu Brei an Gewicht um das $3\frac{1}{4}$fache zunimmt, ſo wird die Zunahme des Gewichtes bei $\frac{n}{m}$ Sandantheil $= 3\frac{1}{4} \cdot \frac{m-n}{m}$ ſein. Wäre daher das Gewicht nach dem Löſchen $= P$, ſo iſt

$$3\frac{1}{4} \cdot \frac{m-n}{m} = P \text{ und}$$

$$\frac{m}{n} = \frac{3\frac{1}{4} - P}{3\frac{1}{4}}$$

In einer Reihe von Verſuchen, die Charleville anſtellte, waren die Gewichtszunahmen:

$3\frac{1}{4},\ 3,\ 2\frac{3}{4},\ 2\frac{1}{2},\ 2\frac{1}{4},\ 2,\ 1\frac{1}{4}$

dabei waren nach ihm die Sandantheile:

$0,\ \frac{1}{16},\ \frac{1}{6},\ \frac{1}{4},\ \frac{1}{3},\ \frac{2}{5},\ \frac{1}{2}$ oder

$0,\ \frac{1}{16},\ \frac{2}{12},\ \frac{3}{12},\ \frac{4}{12},\ \frac{5}{12\frac{1}{2}},\ \frac{8}{16}.$

Die Rechnung nach meiner obigen Formel gibt dafür

$0,\ \frac{1}{13},\ \frac{2}{13},\ \frac{3}{13},\ \frac{4}{13},\ \frac{5}{13},\ \frac{8}{13},$

alſo faſt Gleiches.

Wäre die Zunahme der Einheit des Gewichts der Beimengungen durch Waſſerſaugung nach dem Löſchen $= a$, ſo müßte der Berechnung die Formel:

$$a \cdot \frac{n}{m} + 3\frac{1}{4} \cdot \frac{m-n}{m} = P$$

zu Grunde gelegt werden. Dadurch, alſo insbeſondere auch bei allen Waſſerkalkarten, wird dieſe Beſtimmung immer ſchwieriger und unſicherer, wogegen Herr v. Charleville ſeine Verſuchtabelle als unfehlbaren Prüfſtein angibt.

§. 133.

Prüfung der Kalkſteinbeſtandtheil-Verhältniſſe aus dem Gedeihen an Umfang.

Noch viel unſicherer werden die Berechnungen, wenn die Raumzunahme zum Maaßſtabe der Beſtimmung angenommen wird. Merkwürdig iſt es, daß ſchon beim ganz reinen (fetten) Kalke die Raumzunahme von der Löſchart abhängt. Nach v. Charleville vermehrt ſich der gebrannte Kalk im Raume:

1) von 1 auf $3^{1}/_{2}$ beim gewöhnlichen Löſchen zu Kalkbrei;

2) von 1 auf 3 beim Löſchen zu Pulver durch Untertauchen des gebrannten Kalkſteins unter Waſſer,

3) von 1 auf 2,56 beim Verwandeln dieſes ſo erhaltenen Pulvers in Brei, wobei es alſo von 3 auf 2,56 zurückgeht;

4) von 1 auf $2^{1}/_{2}$ nach dem freiwilligen Löſchen an der Luft (Zerfallen) in Pulver (Kalkhidrat);

5) von 1 auf 1,7 nach dem Löſchen dieſes Pulvers zu Brei, wobei es alſo von 2,5 auf 1,7 zurückgeht.

Hätte nun dem Raume (der Maſſe, ohne Rückſicht auf Zwiſchenräume) nach ein gebrannter Kalk $\frac{n}{m}$ Beimengungen, alſo $\frac{m-n}{m}$ reinen Kalk, und der Raum nach dem Löſchen wäre $= Q$, ſo gälte die Gleichung:

$$Q = \frac{n}{m} + (3^{1}/_{2};\ 3;\ 2{,}56;\ 2^{1}/_{2};\ 1{,}57)\ \frac{m-n}{m},$$

wobei die Koeffizienten $3^{1}/_{2}$; 3; 2,56; $2^{1}/_{2}$; 1,57 je nach den verſchiedenen Löſcharten in Rechnung gebracht werden. Hierbei iſt übrigens vorausgeſetzt, daß ſchon im Steine die Sandzwiſchenräume ausgefüllt ſind, daß demnach durchaus die Zunahme im Verhältniſſe der Zunahme des Kalkantheils zunehme.

Gegen dieſe Vorausſetzung kann ich keinen Grund auffinden. Gleichwohl ſtimmt das Rechnungsergebniß mit den Charleville'ſchen Verſuchsergebniſſen deſto weniger, je magerer der Kalk iſt, wobei das Gedeihen verhältnißmäßig immer weniger beträgt.

§. 134.

Verſchiedenheit der Dichtheit des gelöſchten Kalks und ihr Einfluß.

Der Umſtand, daß die Kalkbreimaſſe bei den verſchiedenen Löſcharten von $3^{1}/_{2}$ bis auf 1,57 abnimmt, alſo deſſen Dichtheit in gleichem Verhältniſſe zunimmt, wurde bis jetzt meines Wiſſens, in Abſicht auf die Eigenſchaft, unter Waſſer zu erhärten, entweder gar nicht, oder doch zu wenig beachtet. Man bemerkte nur, daß zu Schnellmörtel der Taig möglichſt ſteif ſein müſſe. Vielleicht — wahrſcheinlich — iſt deßhalb das Geſtehen unter Waſſer beim Taige aus Staubkalke, beſonders aus dem von ſelbſt zerfallenen, dem Umſtande mit beizumeſſen, daß ſeine Dichtheit $\frac{3{,}5}{1{,}57} = 2{,}23$ mal größer iſt, als die des durch gewöhnliches Löſchen erhaltenen Kalkbreies. Wenn die Anziehungskraft näher liegender Theile in umgekehrtem Geviertverhältniſſe größer iſt, ſo muß dabei die Kriſtalliſation, woraus die Erhärtung — das Geſtehen — entſpringt, auch deſto ſchneller vor ſich gehen. Berückſichtigung verdient hierbei die Erfahrung, daß die Hidrattheile ſogar bis zum feſten Beſtande mechaniſch zuſammen gepreßt werden können. Zum Theil iſt auch hiernach die Loriot'ſche Mörtelbereitung zu beurtheilen, wobei durch Zuſatz von ungelöſchtem Kalke Waſſer gebunden, der Kalktaig alſo ſteifer gemacht wird. Es muß dabei aber vorerſt unterſucht werden, in welchem Verhältniſſe dabei Raum und Maſſe (Dichtheit) ſtehen und geändert werden, was man bis jetzt zu unbeachtet gelaſſen hat.

§. 135.

Mörtellehre.

Mörtel beſteht: aus Sand und hinlänglich gewäſſertem Kalkhidrate — Kalkbrei — gleichförmig vermengt.

Nach Verſchiedenheit des Zweckes machen wir verſchiedene Anforderungen bei Beurtheilung der Güte ei-

nes Mörtels: Widerſtand gegen Reißen und Bruch (Feſtigkeit, Haltbarkeit) in ſich oder vom Mauerſteine; gegen Reiben, Stoßen, Druck, Schneiden ꝛc.; Dauer in (ſtillem oder fließendem) Waſſer, in (ſteter oder wechſelnder) Feuchtigkeit, in (auflöſenden) Dämpfen, Mineralwaſſern ꝛc., im Trocknen; Geſchmeidigkeit, Glätte (auch wohl große Rauheit) beim Verputze ꝛc. ꝛc. Die Feſtigkeit des Mörtels hängt ab:

a) von der Feſtigkeit der Sandkörner — der umhüllten Theile — Taiginlagen;

b) von der Feſtigkeit der umhüllenden Maſſe — des Taiges — der Kittmaſſe;

c) von der Größe der Anziehung — des Haltes — zwiſchen den umhüllten und umhüllenden Theilen.

Alſo müſſen die Sandzwiſchenräume ſtets vom Kittaige vollkommen ausgefüllt ſein. Ueberfüllt davon dürfen ſie nur dann werden, wenn er nicht durch Schwinden aufreißt und eben ſo feſt iſt als der Sand.

Wir nennen den Mörtel auch Mauerſpeiſe — Speiſe — Mauerzeug — Zeug; insbeſondere Sandmörtel im Gegenſatz von Kies- oder Grobmörtel, den die Franzoſen béton nennen und der aus ei- bis fauſtgroßen Steinbrocken aller Art und Sandmörtel beſteht.

Die unterſcheidenden Benennungen: gemeiner (Luft-) Mörtel und hidrauliſcher (Waſſer-) Mörtel (oder Kalk) (von ὕδωρ: Waſſer), giengen aus der Erſcheinung hervor, daß erſterer nur unter Luftzutritt, aber nicht, wie letzterer, unter Waſſer erſtarrt, dann mit der Zeit feſter wird. Man nennt den Kalk zu gemeinem Mörtel auch fetten, weil er, von Beimengungen frei, in reinem Beſtande ein Anſehen und Anfühlen hat, das man fettig zu nennen beliebt; den zu ſogenanntem hidrauliſchen aber magern, der durch Beimengungen von Sand und Staub aus andern Maſſen mageres Anſehen und Anfühlen hat, dadurch beim Löſchen weniger aufquillt — gedeihet — und ſomit weniger Sandzuſatz verträgt.

Es gibt aber allmälige Uebergänge vom fetten zum magern Kalke, wodurch eine Eintheilung der ſogenannten hidrauliſchen Kalke in: ſtarke, mittlere, geringe u. ſ. w. entſteht. Die Beimengungen, wodurch gewäſſertes Kalkhidrat — Kalkbrei — die Fähigkeit bekommt, mehr oder weniger ſchnell unter Waſſer (unter Luftausſchluß) zu erſtarren und ſofort zu erhärten, nennt man Zämente. Dieſe Bindemittel — Bind-, Kittmaſſen — ſind dem natürlichen hidrauliſchen Kalk von Natur, dem künſtlichen auf verſchiedene Weiſe durch Kunſt (abſichtlich) beigemengt. Einige benennen ſo den hidrauliſchen Kalkbrei, alſo Kalkbrei mit Zäment. — Man glaubt, daß die Zämente, als ſolche, vor den Mörtelſanden beſondere (chemiſche) Beſchaffenheiten haben, wodurch Erſtarrung in Waſſer erfolge, und hat ſogar angefangen, ſie hidrauliſche Baſen, im Gegenſatze von gemeinen, zu nennen, welchen letztern dieſe Eigenſchaften fehlen ſollen. Der Erſte, welcher bemerkte, daß Kieſel- mit Thonerdegehalt dem Kalke die Eigenſchaft gebe, unter Waſſer zu erhärten, daß der reinſte Kalk nicht der beſte ſei, daß kieſelerdehaltende Kalkſteine durch Brennen eine Veränderung dadurch erhalten, war der Engländer Smeaton. Seine vor Erbauung des Leuchtthurms auf Edisthone (worüber er ein Prachtwerk ſchrieb) gemachten Verſuche theilte ich im Handb. f. Baum. mit; dort auch die von John aufgeſtellte Theorie. Descotil, John, Döbereiner u. A. beſtätigten die Smeaton'ſchen Bemerkungen.

Ich halte dieſe Anſicht für irrig und behaupte, daß alle Mörtelſande, an denen der Kalk mehr oder weniger anhaftet (adhärirt), die ſogenannte hidrauliſche Natur, nur mehr oder weniger, dem Kalkbrei mittheilen, alſo Zämente ſeien, wenn ſie nur hinlänglich zerkleint — zerſtäubt — in richtigem Verhältniſſe durchaus gleichmäßig, überhaupt ſo beigemengt werden, wie ich unten beſtimmter und ausführlicher angeben werde. Dieſe Behauptung hoffe ich, im Folgenden klar zu rechtfertigen. Nur muß ich, um Begriffsverwechslungen, alſo Mißverſtändniſſen, zu begegnen, kürzlich an einige Grundgeſetze des Chemismus erinnern. Dabei behalte ich vor der Hand die unpaſſende Benennung: hidrauliſcher Kalk und Mörtel, noch bei.

§. 136.

Einleitung zur Theorie über Erhärtung des Mörtels in Waſſer.

Alle irdiſchen Körper — geformte Einzelnheiten — beſtehen aus gleichartigen, oder entſtehen aus verſchiedenartigen Maſſen; dieſe durch Zuſammenhalt mehrer gleichartiger Beſtandtheile. Letztere ſind Urſtoffe (Elemente), nicht aus andern Stoffen entſtanden, oder aus andern Stoffen in beſtimmten Verhältniſſen zur Maſſeneinheit (zum Moleküle) vereinigt — gemiſcht — zuletzt immer aus Urſtoffen.

Berzelius u. A. verſtehen unter Vereinigungsverwandtſchaft die Anziehungs-, Bindekraft, wodurch verſchiedene Urſtoffe oder Stoffe zu einem neuen, andern, dritten Stoffe ſich vereinigen — miſchen. Wir wollen ſie Vereinkraft — Miſchkraft — nennen. Diejenige Kraft, wodurch Maſſe durch Zuſammen-

hang der ihr gleichartigen Beſtandtheile beſteht — ihr Beſtand erwächst — heißt nach Berzelius u. A. die Zuſammenhangsverwandtſchaft, die wir Haltkraft — Beſtandkraft — nennen wollen. Aber nicht allein das Gleichartige hält zuſammen, ſondern auch ungleichartige Maſſen können in ihren Oberflächen Zuſammenhang äußern, wodurch ein verbundenes Gemenge entſteht. Wir wollen dieſe Erſcheinungen, gewöhnlich Kohäſion und Adhäſion genannt, als Zuſammenhalt und Anhalt unterſcheiden. Zur Erläuterung dient:

Urſtoff iſt das Unabhängige, Erzeugende, Nicht-Erzeugte. In der unorganiſchen Körperwelt, wo Zweit- (binäre) Verbindungen, einfach oder wiederholt, herrſchen, entſteht durch Miſch- (Verein-) Kraft, z. E. aus Urſtoff-Kalzium und Urſtoff-Oxigen die Kalkerde, ſo, daß in jedem ihrer Beſtandtheile (Moleküle) jene (Gemiſch-) Stoffe in beſtimmtem Verhältniſſe ſich vereinen; Urſtoff-Kohle und Urſtoff-Oxigen miſchen Kohlenſäure. Solche (chemiſche) Zweitverbindungen miſchen ſich nun wieder zu (zuſammengeſetzteren) Maſſen. Kohlenſäure und Kalkerde geben kohlenſauern (rohen, milden) Kalk, deſſen Beſtandtheile (kleinſte, dem Ganzen gleichartige Theile) zur Maſſe durch Beſtandkraft zuſammenhängen. Verwachſen aber verſchiedene Maſſen (als Gemengtheile, nicht Beſtandtheile) zu einem Aneinanderhaltenden, ſo geſchieht das durch Anhalt- (nicht: Zuſammenhalt-) Kraft, und es entſteht ein gemengter (nicht einfacher) Körper (nicht Maſſe). Alſo: Beſtandkraft iſt Zuſammen- oder Anhaltkraft. Durch erſtere halten gleichartige Beſtandtheile zuſammen, durch letztere halten ungleichartige Gemengtheile an einander; durch erſtere beſtehen ſichtbar gleichartige Maſſen, durch letztere entſtehen aus ſichtbar ungleichartigen Maſſen Gemenge. Ein Beiſpiel von Anhalt- (Anhang-) Kraft ſehen wir beim Naßwerden näßbarer Körper, die dadurch auf ihrer Oberfläche mit einer feſten, gebundenen, nicht abfließenden Waſſerrinde von geringer aber dennoch beſtimmter Dicke überzogen werden. Bei waſſerſaugenden Körpern und Maſſen dringt das Waſſer in die Poren und überrindet auch ſo die innere (Poren-) Oberfläche. So wird Eiſen von einer Lage geſchmolzenen Zinns überlegt, wobei jedes Theilchen der Eiſenoberfläche ein Säulchen des geſchmolzenen Zinns ſo hoch, als die Dicke der Rinde beträgt, bindet, gegen Ablaufen, Trennen durch die Schwerkraft, feſthält. Wir werden uns überzeugen, daß erhärteter, gemeiner Mörtel ein durch Miſchkraft und Beſtandkraft (und zwar Zuſammenhaltkraft), hidrauliſcher aber nur durch Beſtand- und zwar Anhaltkraft entſtandener Körper ſei.

Von der Beſtandkraft hängt der Beſtand der Körper und ihrer Maſſen ab, der in drei weſentlichen Formen — Aggregationsformen — erſcheint: ſtarr (nicht: feſt); (tropfbar) flüſſig; luftig (luftgasförmig). Dieſe Beſtandformen ſind manchfaltig geartet: das Weiche iſt Uebergang vom Starren zum Flüſſigen; das Starre iſt: feſt, hart, ſpröde ꝛc. ꝛc.

Das loſe (mechaniſche) Gemenge des Starren: Pulver, Staub ꝛc. ꝛc. kann weder durch Miſch- noch Beſtandkraft ſich verbinden, indem die kleinſten (mechaniſch durch Raspeln, Pulvern ꝛc. entſtandenen) Maſſentheilchen noch zu entfernt von einander liegen und zu ſchwer ſind, um durch die polariſch — in beſtimmten Richtungen — wirkenden Ziehkräfte in ihre zum regelmäßigen, geſetzmäßigen Beſtande erforderliche Lage verſetzt zu werden. So verhält es ſich auch in Abſicht auf Miſchungen. Starre Körper müſſen daher ſelbſt flüſſig gemacht (in ihre nähern oder auch entferntern Beſtandtheile oder auch Urſtoffe aufgelöst) werden, oder mit einer ſolchen Auflöſung zum Anhange auf der Oberfläche in Berührung gebracht — zuſammengekittet — werden.

Der allgemeine Auflöſungs- (Schmelz-) Stoff für faſt alle Maſſen, mit weniger Ausnahme in den bis jetzt bekannten Hitzgraden, iſt der Wärmeſtoff, der in allen uns bekannten Körpern gebunden und frei enthalten iſt. Im gebundenen Zuſtande — mit den Körperſtoffen vereinigt, gemiſcht — hören ſeine Erſcheinungen des freien Zuſtandes auf. Aber dann bedingt er die 3 weſentlichen Beſtandformen: Starr, Flüſſig, Luftig ſo, daß beim Uebergange des Starren ins Flüſſige (Schmelzen) Wärme gebunden wird; noch mehr aber beim Uebergange aus dem Flüſſigen ins Gasförmige. Bei umgekehrten Uebergängen wird Wärmeſtoff frei. Beim Durchdringen — Erwärmen, Erhitzen — lagert ſich der Wärmeſtoff in die Zwiſchenräume der Maſſen und dehnt dieſe mit ſeiner Anhäufung immer mehr aus (und umgekehrt). Durch dieſes Dazwiſchentreten und Entfernen der Beſtandtheile von einander wird deren Beſtandkraft gemindert, bis das Starre flüſſig auseinander fällt, dieſes aber ſich endlich verflüchtigt — in Gas auflöst. Dabei ſind die Erſcheinungen manchfaltig geartet.

Aehnliche Erſcheinungen liefert das Waſſer als Auflöſungsmittel. Manche ſtarre Körper ziehen es an und binden es (wie Kalkerde zum Kalkhidrat), wobei es ſeine Eigenſchaften des freien Zuſtandes: Annäſſen, Verdunſten in beſtimmten Wärmegraden ꝛc. verliert. Noch mehr Waſſer bringt dann manche Körper, wie Kalkhidrat, in den Zuſtand eines Taigs — Breis — einer Art Schmelzung, wobei Ausdehnung, Aufquellen, entſteht, der Brei aber noch an einander klebend beſteht. Endlich bei noch mehr Waſſer entſteht Vertheilung des

Breies, oft Auflöſung — Bindung deſſelben durch Waſſer — der Verflüchtigung im Wärmeſtoffe vergleichlich. So zertheilt ſich der Kalkbrei als Kalkmilch und wird im Kalkwaſſer gebunden (verflüchtigt).

Durch Auflöſung in Wärmeſtoff und Waſſer, wobei bisweilen ſchon der Uebergang zur Schmelzung oder in Taig — der weiche Zuſtand — hinreicht, werden die Theilchen den Anziehungskräften folgſam, d. h. beweglich genug, um in die polariſchen Richtungen gebracht und an einander gereiht zu werden, alſo ſich zu miſchen oder auch nur einen Beſtand anzunehmen, d. h. zu erſtarren, zu kriſtalliſiren; denn ohne Geſetzmäßigkeit, beſtimmte Richtung und Lage, Kriſtalliſation, iſt kein Beſtand, ohne Beſtand kein Halt, keine Maſſenbildung, keine Körperentſtehung ꝛc. ꝛc.

Verſchiedene ſtarre Maſſen können durch eine Zwiſchenmaſſe — Kitt — verbunden (gekittet) werden, wenn nur dieſe Zwiſchenmaſſe, erweicht oder flüſſig, an die ſtarren Maſſenoberflächen ſich anhängt, dann in ganzer Dicke von der Haltkraft der ſtarren Maſſen oder, wenn dieſe gegenſeitigen Haltkräfte ſich nicht erreichen, in ſich ſelbſt binden. Ein Beiſpiel wird dieſen Satz klar und überzeugend machen: Wir wiſſen, daß jedes Eiſenoberflächentheilchen ein Säulchen geſchmolzenen — flüſſigen — Zinnes feſthält, bindet. Man denke ſich mehre ſolche Eiſentheilchen in geſchmolzenem Zinne vertheilt, ſo wird jedes um ſich eine Zinnrinde binden, feſthalten, erſtarren, unflüſſig machen, der Wirkung der Schwerkraft entreißen. Im Uebermaaße von Zinn werden aber dieſe überzinnten Eiſenkügelchen ſchwimmen; es wird die ganze Körpermaſſe nicht erſtarren. Sobald aber alles überflüſſige, geſchmolzene Zinn abläuft und die überzinnten Kügelchen ſich unmittelbar berühren, wird die Beſtandkraft wirkſam; es iſt kein freies, ungebundenes, mithin kein flüſſiges Zinn mehr vorhanden, ſondern nur gebundenes, erſtarrtes, einerſeits an dem Eiſen hängendes, anderſeits in ſich aneinander hängendes, deſto feſter, je größer die Summen der Wirkungen zwiſchen Zinn und Eiſen und Zinn mit Zinn ſein wird, abhängig, von der Zinndicke zwiſchen den Eiſentheilchen, wenn dieſe nach Form, Größe, Anzahl ꝛc. beſtimmt gedacht werden. Ich bemerke nochmals: der ſtarre Zuſammenhang zwiſchen Eiſen- und Zinntheilchen würde unter unſerer Vorausſetzung hinlänglicher Vertheilung und Kleinheit der Theile auch dann ſtattfinden, wenn das Zinn in der Schmelzhitze ſich befände.

§. 137.

Anwendung der Theorie auf den Kalkkitt im Waſſermörtel.

Vollkommen ähnlich iſt die Erſcheinung beim hidrauliſchen Kalk. Was dort die Eiſentheilchen (der Eiſenſtaub) iſt, iſt hier das Zäment (der Sandſtaub); was dort das Zinn iſt, iſt hier die ätzende Kalkerde oder das Kalkhidrat; was dort der Wärmeſtoff (als Schmelzſtoff) iſt, iſt hier das Waſſer, als Taigbildungsmittel. So wie die Eiſentheilchen in eine gewiſſe Entfernung (auf irgend eine Rindendicke), in gewiſſen Richtungen — Polen — die geſchmolzenen, in Wärmeſtoff aufgelöſten oder darin ſchwimmenden, Zinntheilchen verſammeln, feſthalten, binden, ſo die Zämenttheile die in Waſſer ſchwimmenden oder doch hinlänglich beweglichen Kalktheilchen des Kalkbreies. Iſt hiervon mehr vorhanden, als die Zämenttheile binden — feſt, ſtarrmachen — können, ſo bleibt der Ueberſchuß frei. Es wird dann wohl jedes Zämenttheilchen von einer feſten Kalkrinde umhüllt, aber dieſe umkalkten Zämenttheile erhalten keinen Zuſammenhang, weil die Pole ihrer Anziehungskräfte ſich nicht erfaſſen, ſondern im überſchüſſigen Kalkbrei verſchwinden — unwirkſam werden. Ergreifen ſich aber die Pole der Zämentkräfte im kriſtalliſirbaren Kalktaige, zwiſchen (gröbern Mörtel-) Sandtheilen — Sandkörnern — ſo kittet derſelbe, innere Geſtaltung d. h. Erſtarrung annehmend, dieſe Sandkörner, an dieſelben zugleich ſich anhängend, ſo, wie dann ferner der Mörtel die einzelnen Mauerſteine zuſammenkittet.

Wir überzeugen uns nunmehr leicht, daß ein Gemenge von fettem Kalke mit (gröberem) Sande aus einer Maſſe, die als hinlänglich feines Pulver — als Staub — den beſten hidrauliſchen Kalk liefern würde, unter Waſſer, alſo mit Ausſchluß der Luft mit ihrer Kohlenſäure, dennoch nicht ſo ſchnell erhärten könne, daß inzwiſchen nicht der Kalkbrei in den zu großen Sandzwiſchenräumen vom Waſſer zertheilt und aufgelöſt werden ſollte; denn nur an der Oberfläche der Sandkörner findet dann die Bindung einer Lage von geringer Dicke ſtatt, in der die Schichten in größerer Entfernung von der anziehenden Oberfläche der Sandkörner immer freier, endlich ganz frei — ungebunden — bleiben. Es kommt alſo weſentlich auf die Größe der beigemengten Sandkörner an, die nur in hinlänglicher Kleinheit u. ſ. w. zu Zäment werden, darüber aber nie im Waſſer (ſchnell genug) den Kalk in ihren Zwiſchenräumen durchaus binden können.

§. 138.

Erhärtung des Luftmörtels.

Solcher Mörtel aus Sand und fettem (zämentfreiem) Kalkbrei erhärtet nur unter Luftzutritt (daher: Luftmörtel), indem die Kohlenſäure daraus in den Kalkbrei eindringt und vermöge der Miſchkräfte damit zu (ſteinhartem) kohlenſaurem Kalke ſich vereinigt — miſcht. Ich denke mir dieſes Ergebniß aber ebenfalls anders, als es gemeiniglich vorgeſtellt wird: ich glaube nemlich nicht, daß alle Kalktheilchen, wie im (waſſerfreien, milden) Kalkſteine mit Kohlenſäure gebunden, geſättigt und ſo in den Urzuſtand wieder hergeſtellt werden, ſondern daß zerſtreut in der Kalkbreimaſſe einzelne (bekanntlich knirſchende) kohlenſaure Kalkkörnchen (feſte Stäubchen) ſich bilden, die dann endlich, wenn ſie nahe genug — hinlänglich dicht aneinander — erzeugt ſind, wie Zäment wirken, alſo das zwiſchen ihnen liegende, ſie umrindende Kalkhidrat binden, ehe und ohne daß dieſes ſich mit Kohlenſäure miſche, ſo, daß dieſe erhärtenden und kittenden Sandzwiſchenlagen aus (bindendem) kohlenſaurem Kalke (in Staub) + (gebundenem) Kalkhidrat (als Brei, in Waſſer geſchmolzen) beſteht. Nur ſo wird es erklärlich, daß der Luftmörtel weit früher erhärtet, ehe er mit Kohlenſäure geſättigt — durchaus kohlenſaurer Kalk — wird. Daß aber nach langer Zeit Mörtel mit Kohlenſäure vollkommen geſättigt werden könne, beweist die, meiner Anſicht gar nicht widerſprechende, von Fuchs (über Kalk u. Mörtel) angeführte Erfahrung des Hrn. Pauli (j. Bezirksing. zu Reichenhall), der einen ſolchen Kalk in der Ruine Riedenburg a. d. Altmühl gefunden hat.

§. 139.

Kohlenſaurer Kalk als Zäment.

Es iſt bekannt: wenn man Kalkhidrat lange genug unter öfterm Umrühren (Umwenden) der Einwirkung der Luft ausſetzt, ſo erhält man dadurch einen hidrauliſchen Kalk, den man früher als unwirkſam erklärte und abgeſtandenen nannte. So iſt es, wenn man Kalkbrei oder fetten Mörtel der Luft ausſetzt und nachher, nachdem er zum Theil Kohlenſäure angezogen hat, durcheinander arbeitet. Eben ſo iſt es, wenn, wie ich oben in der Anmerkung zu §. 95 im Voraus bemerkte, ſchon beim Brennen ein Gemenge von Aetzkalk und Kalkkarbonat von hinlänglicher Feinheit bereitet und dieſes Gemenge dann wäſſert. Dieſe Erſcheinungen ſind es, wodurch ich zuerſt die Anſicht über die ſogenannte hidrauliſche Natur der Mörtel gewann, die ich in dieſer Abhandlung mittheile: da hierbei ſich nur zerſtreut in der Maſſe einzelne, kohlenſaure Kalkſtäubchen bilden, die als Zäment wirkſam werden, ſo muß man das nemliche Ergebniß erhalten, wenn man Pulver von rohem Kalke unvollſtändig (nicht ſowohl unvollkommen) ſo brennt, daß neben ätzend gewordenen Kalktheilchen noch rohe liegen bleiben, die Zäment abgeben, oder wenn von feinem Kalkſande nur die Oberflächen gar brennen, die Kerne aber, fein genug, roh bleiben und zu Zäment werden.

Ich mengte Pulver von weißem, ſaliniſchem Marmor, der keine Spur von zeither ſogenanntem (hidrauliſchem Kalk-) Zämente hatte, mit Hidrat von fettem, für ſich in Waſſer nicht erſtarrendem, Kalke in verſchiedenen Verhältniſſen, und machte daraus Taige, die ich unter Waſſer legte. Eines dieſer Gemenge erſtarrte ſogleich und hatte nach einigen Tagen ſchon ſolche Härte, daß es ſtarkem Nageldrucke widerſtand, was nach der zeitherigen Theorie nicht möglich geweſen wäre. Ich glaube daher, daß dieſes Verſuchsergebniß allein die zeitherige Lehre von der hidrauliſchen Kalknatur durch Thonſilikate ꝛc. vollſtändig widerlege. Nach etwa 6 Wochen zerdrückte ich die unter Waſſer erſtarrte, ziemlich erhärtete Kalkkugel und fand zwar im Innern noch weichen, ungebundenen Kalkbrei, allein nur darum *), weil, wie ich mich in der Folge überzeugte, der Marmorſtaub nicht

*) Seitdem ich Obiges geſchrieben habe, wiederholte ich die Verſuche mit weißem Urkalke von Wunſiedel. Indem ich dieſe Anmerkung ſchreibe, ſind ſeit etwa 14 Tagen die in verſchiedenen Verhältniſſen aus gebranntem und ungebranntem, reinem, weißem Marmorpulver gebildeten Kugeln unter Waſſer noch nicht zerfallen, aber auch nicht härter geworden. Nur die Kugel aus blos gebranntem Kalkpulver zerfiel in der erſten Stunde fettbreiig und die aus 5 Theilen ungebranntem und 2 Thl. gebranntem Pulver nach einigen Tagen mager (nicht fettig). Mehre Kugeln blätterten auf der Oberfläche ab und ſelbſt die dünnſten ſolcher Blättchen bleiben in ruhigem Waſſer zuſammen. Ob ſehr ſpät noch eine Erhärtung eintritt, bezweifle ich zwar ſelbſt. Ob nun gleich der

fein genug war, alſo zu große Zwiſchenräume hatte, deren Ausfüllung er nicht vollſtändig durch ſeine von ſeiner Oberfläche aus wirkende Beſtandkraft zu binden vermochte, weßhalb vermuthlich endlich Auflöſung erfolgt ſein würde, die ſeit einigen Wochen auf der Oberfläche angefangen hatte, aber immer noch in der Mitte einen ziemlich harten Kern übrig ließ.

§. 140.

Benennung: Schnell=, Waſſer=, Kittmörtel.

Da der Unterſchied des Mörtels nur darin liegt, ob (bei fettem Kalke und größern Sandkörnern) das Zäment (Kalkſtäubchen) erſt durch Miſchung mit Kohlenſäure aus der Luft entſtehen muß, oder ſchon von Natur (in magerm Kalke) vorhanden oder künſtlich — abſichtlich — beigemengt ſei, im erſtern Falle aber längere Zeit erforderlich iſt, während welcher der Kalkbrei in Waſſer zertheilt wird, in letzterm Falle aber der Beſtand ſo ſchnell erfolgt, daß das Waſſer eine Zertheilung nicht mehr bewirken kann, im letztern Falle es auch einerlei iſt, ob der Mörtel unter Waſſer gebracht, oder in eine andere Flüſſigkeit, oder in Taig von Gips, Pech, in Oel, Theer ꝛc. eingehüllt und ſo von der Luft *) ausgeſchloſſen werde, alſo das Waſſer nicht als ſolches eigenthümlich ſondern nur durch Luftausſchluß wirkt, ſo iſt die Benennung: hidrauliſch als fremd und in aller Beziehung unpaſſend (unbezeichnend) verwerflich. Daher werde ich mich in der Folge der Benennung Schnellmörtel in Bezug auf ſeine ſchnelle Erſtarrung, Waſſermörtel in Bezug auf ſeine beſondere Anwendung unter Waſſer, Kittmörtel in Bezug auf ſeine innere Beſtandnahme, bedienen; der Benennung Waſſermörtel insbeſondere als Gegenſatz von Luftmörtel.

§. 141.

Sieben Verhältniſſe, worauf die Güte der Schnellmörtel beruht.

Nunmehr wollen wir näher unterſuchen, worauf die Güte der Schnellmörtel insbeſondere beruhe. Meines Erachtens auf folgenden 7 Verhältniſſen:

1) Auf der Größe der Verwandſchaft zwiſchen der Zämentmaſſe und dem (angenäßten) Kalkhidrate — auf der gegenſeitigen Beſtandkraft (Kraft des Anhalts, der Adhäſion). Verſchiedenheit der Grade (Größe) der Anhangkraft bei verſchiedenen Zämenten iſt nicht zu bezweifeln, aber ſchwierig durch Verſuche auszumitteln, und, von andern Beziehungen rein dargeſtellt, nur ſehr ſchwer zu erkennen. Man kitte zwei gleich große Flächen, die eine von gebranntem Thonſteine, die andere von Quarz, beide gleich rauh oder glatt, in ſo weit die Verſchiedenheit der Dichte, Poroſität ꝛc. eine Vergleichung geſtattet, mit gleichem Mörtel, unter ſonſt einerlei Verhältniſſen, ſo wird nach gleicher Zeit die Kraft des Anhanges auf der Thonſteinfläche ſtärker ſein als auf der Quarzfläche. Wir erſchließen daraus eine größere Verwandtſchaft zwiſchen Kalk und Thonſtein als zwiſchen Kalk und Quarz **). Allein es haben dabei noch andere Einflüſſe ſtatt: Dichte, Poroſität, Grad

---

reine Marmorſtaub kein vollkommenes Zäment iſt, ſo iſt er doch hiernach unſtreitig ein ſchwaches. Es geht ihm vorzüglich die waſſerſaugende Kraft ab, von der ich nachher ſpreche. Deßhalb mache ich in dieſem Augenblicke Verſuche mit rothgeglühtem noch kohlenſaurem aber langſam abgekühltem Weißmarmorpulver.

*) Während eine Kugel aus fettem Kalktaige in Waſſer durch deſſen Einwirkung in der erſten Stunde als Brei zerfällt, hält ſich dieſelbe unter Oel und wird darin härter.

**) Wenn Hr. Prof. John nachwies, daß Bergkriſtall, Sapphir, Granaten ꝛc., 6 Wochen lang in Kalkbrei gelegen, durch Abwaſchen mit Salzſäure wieder vollkommen (?) von der anhängenden Kalkrinde befreit wurden, ſo beweist dieſer Umſtand gar nichts gegen meine Anſicht. Vicat nimmt dagegen eine gegenſeitige Wirkung zwiſchen Sand (Kieſel) und Kalk an. Bei deren Meinungsentzweiung tritt Berthier auf John's Seite und bemerkt, der Sand mache den Mörtel nur poröſer und dadurch fähiger, Kohlenſäure einzuſaugen (?). Es handelt ſich hier aber gar nicht um die chemiſche (Miſch=) Kraft zwiſchen Kalk und Sand, ſondern um die phiſiſche (Anhalt=) Kraft. Auch die Verzinnung kann vom Eiſen durch Mittel weggenommen werden, die das Zinn, aber nicht das Eiſen auflöſen! In Abſicht des Verhaltens des Kalks zur Kieſelerde und den Silikaten auf naſſem Wege, muß ich auf die gründlichen Verſuche des Hrn. Hofr. Fuchs a. a. O. verweiſen. Dieſer ſagt: „Durch

der Rauhheit, Waſſerſaugung ꝛc., die in der Verhältnißberechnung nicht leicht auszuſcheiden und auszudrücken ſind. In welchem Verhältniſſe aber auch alle dabei ſtattfindenden Eigenthümlichkeiten des Thonſteins und Quarzes wirken mögen, ſo ſchließen wir doch, daß Thonſtein ein vorzüglicheres Zäment liefere als Quarz, vorausgeſetzt, daß die Flächen des Thonſteinſtaubes und Quarzſtaubes ſich verhalten, wie bei größerer Ausdehnung derſelben. Rohe, ungebrannte Erden haben gar keine Verwandtſchaft zum Kalkhidrate und heben durch Einhüllung der Sandkörner und des Zämentſtaubes den Zuſammenhalt dieſer mit jenem ſogar nach Verhältniß ihrer Beimengung auf.

Dieſe hier wichtigen Verwandſchafts- (vielmehr Anhalt-) Verhältniſſe ſind erſt noch durch Verſuche beſſer auszumitteln. Wenn aber Hr. Hofrath Fuchs u. A. behaupten, daß nur allein die Thonſilikate Zämente ſeien, ſo wird dieſe Behauptung dadurch berichtigt, daß dieſe es nur vielleicht vorzugsweiſe ſeien. Wäre aber auch dieſe Behauptung vollkommen richtig, ſo wäre dadurch in den hier aufgeführten ſieben Bedingungen, worauf die Güte der Schnellmörtel beruht, gar nichts geändert.

2) Auf der Größe der Zämenttheile, in zweierlei Beziehung; denn

a) Die Zämenttheile müſſen wenigſtens ſo klein werden, bis ihre Zwiſchenräume höchſtens die doppelte Dicke der Kalkrinde erhalten, die das Zämentkörnchen um ſich, auf ſeiner Oberfläche, bindet; alſo deſto kleiner, je ſchwächer ihre Anhaltkraft iſt, d. h., je geringer die Entfernung — Weite — ihres Wirkungskreiſes iſt, innerhalb welchem die Kalktheilchen noch gebunden werden.

b) Mit der Verkleinerung der Sandkörner wächſt ihre Oberfläche, in demſelben Verhältniſſe die Anhaltfläche, und wenigſtens in dieſem Verhältniſſe auch der Anhang (die Adhäſion) ſelbſt. Man theile ein Sandkorn von 1''' Durchmeſſer in Staubkörnchen von $^1/_{100}$''' Durchmeſſer, ſo erhält man ſtatt eines Kornes deren 1000000. Wenn die Oberfläche des erſten Sandkornes $= p$ iſt, ſo iſt die eines der daraus entſtandenen Staubkörnchen $= {}^1/_{10000} \,.\, p$, alſo die aller daraus entſtandenen Staubkörnchen $= {}^{1000000}/_{10000} \,.\, p = 100 \,.\, p$; alſo wächſt die Oberfläche, ähnliche Geſtalt (Kugeln, Würfel) vorausgeſetzt, ſo, wie der Korn- (Staub-) Durchmeſſer abnimmt. Wenn wir aber vielmehr naturgemäß vorausſetzen, daß die Anhaltkräfte nicht den Oberflächen allein, ſondern auch den Maſſen gleich ſich verhalten, ſo müſſen wir auch annehmen, daß dieſe Kräfte im Verhältniſſe des Quadrats der Halbmeſſer abnehmen werden. Die Summe aller Anziehungskräfte des in ſeine kleinſten Beſtandtheile zerſtäubten Erdplaneten würde auf deren Oberfläche gewogen, ungleich (ungeheuer viel) größer ſein als die geſammte Schwerkraft auf der Erdrinde. Die durch Häufung erwachſene, in die Ferne wirkende (phiſiſche) Anziehungskraft würde in die nahe wirkende (chemiſche) ungeheure Kraftmaſſe verwandelt werden. Man zerſtäube ein Korn vom Halbmeſſer R in eine Menge Körnchen von Halbmeſſern r, ſo wird die Zahl dieſer $= \frac{R^3}{r^3}$ geſetzt werden können. Verhalten ſich die Anziehungskräfte auf den Oberflächen wie die Maſſen der Körner und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Halbmeſſer, ſo verhält ſich dort die Geſammtwirkung des uranfänglichen Kornes zu den Geſammtwirkungen der daraus entſtandenen Körnchen

$$= R^3 \,.\, r^2 : r^3\, R^2 \,.\, \frac{R^3}{r^3}$$
$$= R^3 \,.\, r^2 : R^5$$
$$= r^2 : R^2$$

Alſo werden die Wirkungen — Anhaltkräfte — im gevierten Verhältniſſe ſo vermehrt wie die Halb- oder Durchmeſſer vermindert werden. Alſo wird ein Sandkorn von 1''' Durchmeſſer in Körnchen von $^1/_{100}$''' Durchmeſſer zerſtäubt, nicht 100 ſondern 10000 mal mehr Adhäſionskraft entwickeln, ein äußerſt wichtiger

viele Verſuche habe ich mich überzeugt, daß der Kalk auf naſſem Wege mit der Kieſelerde und vielen Silikaten, ſelbſt mit ſolchen, die ſchon eine beträchtliche Menge Kalk enthalten, Verbindung eingeht, und ſie gewiſſermaaßen aufſchließt." Ferner: „Mit Kalk allein verbunden, kommt die Kieſelerde nur in einem Minerale (dem Tafelſpate, Wollaſtonit) vor; deſto öfter treffen wir ſie mit Kalk und andern Baſen zugleich, vorzüglich mit der Thonerde vereinigt, in der Natur an. Zu den Silikaten gehört auch der Thon" u. ſ. w.

Umſtand, den man zeither wohl in ſeiner Wirkung ſah, aber nach ſeinem Naturgeſetze noch nicht erklärte. Bedenkt man, daß die Abnahme im umgekehrten Gevierte der Stralen vom Mittelpunkte des Zämentkörnchens bis mitten in den Zwiſchenraum — bis zu den Verknüpfungspunkten (Indifferenzpunkten) zweier anliegender Körnchen ſtattfindet, ſo erhellt noch mehr die Wichtigkeit der Verkleinerung der Zämenttheilchen, indem dadurch zugleich die Zwiſchenräume mit den Körnchen ebenfalls geringer werden.

3) Auf der Geſtalt der Oberfläche der Zämenttheile. Je rauher und poröſer, höckeriger, unregelmäßiger, mit Erhöhungen und Vertiefungen verſehen, dieſelbe iſt, deſto mehr Anhaltpunkte findet der Kalk. Steht die Anhaltkraft mit der Oberfläche im Verhältniſſe, ſo wächſt ſie mit der Körnerrauhheit — Unebenheit; ſteht ſie im Verhältniſſe der Maſſe, ſo ſind die rauhen Erhobenheiten als Theile zu betrachten, wodurch ebenfalls die Summe der Ziehkräfte vermehrt wird; denn bei der unregelmäßig geſtalteten Maſſe kann wohl, wenn ſie von beſtimmter Größe geſetzt wird, an den vom Schwerpunkte entferntern Stellen die Ziehkraft abnehmen, die Summe derſelben muß aber bei der Kugelgeſtalt am kleinſten werden, weil hierbei die geringſte Anzahl der Beſtandtheile ihre Beſtandkraft in unmittelbarer Berührung — d. h. in kleinſter Entfernung — ausüben kann. Vorzüglich iſt es aber die Löcherigkeit (Poroſität — das Schwammige), wodurch der Anhang vergrößert wird. Es werden demnach ſchlackige Maſſen, vorausgeſetzt, daß beim Pulvern die ſchwammige (ähnliche) Geſtaltung bleibe, alles Uebrige gleichgeſetzt, ſich vorzüglich zu Zäment eignen. Darauf ſcheint der Vortheil der Röſtung mancher Zämentmaſſen, z. E. des Thonſchiefers, vorzugsweiſe zu beſtehen, wobei und wodurch ſie zugleich zum Vortheil mehr waſſerſaugend werden; denn dadurch öffnen ſich durch Aufſchwellung ihre Poren. Die Fugen des marmornen Beckens des Baſtillenplatzbrunnens in Paris ſind vortrefflich mit einem Kitt aus Feuerſteinpulver und Kalk von Senonge verbunden. Um das Pulvern zu erleichtern, wurde der Stein geglüht und abgelöſcht, wie es beim Pulvern des Quarzes gewöhnlich iſt. Es muß das wiederholt mit dem immer feiner werdenden Sande geſchehen. Man fand aber, daß ſo der Zäment weniger gut wurde, was Brard nicht zu erklären weiß, und meiner obigen Behauptung zu widerſprechen ſcheint. Allein es kommt hierbei darauf an, zuletzt das Quarz- oder Feuerſteinpulver nochmals zu glühen (röſten) ohne es wieder abzulöſchen, damit die Poren offen bleiben, wogegen ſie ſich durch Ablöſchen nur deſto dichter zuſchließen. Vicat's Erfahrung, daß härter gebrannter Thon als Zäment dem weniger gebrannten nachſtehe, beruht wohl zum Theil ebenfalls darauf; denn in immer größerer Hitze zieht ſich der Thon immer enger zuſammen, wird dichter, dann aber zugleich weniger waſſerſaugend, und ſomit weniger kalkbindend. Vicat fand die Feſtigkeit des béton (Grobmörtels):

= 1,00 aus Kalk und eiſenhaltendem Thone vom erſten Brande,
= 0,30 aus Kalk und Thonbiscuit,
= 0,17 aus Kalk und halbverglaſtem Thone, in allen drei Fällen derſelbe.

Früher glaubte man irrig, daß mit ſtärkerem Brande die Güte des Thonzämentes (Ziegelmehls), ſchon von den Alten angewendet, zunehme.

Man muß ſich daraus, daß es ſo viel auf den Grad der Brennung des Thones (als Zäment) ankommt, abermals überzeugen, daß es nicht ſowohl nur auf den chemiſchen Beſtand (der hier immer derſelbe bleibt) ſondern mehr auf den (geänderten) phiſiſchen ankomme. (Im Grunde ſind aber vielleicht alle chemiſchen und phiſiſchen Wirkungen Eines und nur beziehungsweiſe auf die Kürze unſerer Erkenntniß verſchieden). Vom wichtigen Einfluſſe der Waſſerſaugung ſpreche ich nachher.

4) In ſo fern alſo Dichtheit Gegenſatz von Poroſität iſt, iſt ſie der Wirkung des Bindens (der Adhäſion) nachtheilig; allein bei gleicher Poroſität würde mit ihr, unter übrigens gleichen Umſtänden, die Anziehungskraft wachſen, inſofern dieſe von der Maſſe (Beſtandtheilanzahl) abhängig iſt. Man ſieht leicht, daß der Erfolg nicht von einer Eigenſchaft des Zäments ſondern von ſämmtlichen Eigenſchaften deſſelben ſo abhängig ſei, daß die Summe der Vorzüge die der Nachtheile und Mängel übertreffe. Je mehr das arithmetiſche Verhältniß dieſer Vergleichungsſummen wächſt, deſto mehr tritt die Güte des Schnellmörtels heraus. Ferner beruht die Schnellmörtelgüte vorzüglich:

5) Auf Waſſerſaugung. Darauf beruht vielleicht vorzugsweiſe die größere Güte der Zämente aus gebrannten Thonen; je mehr ſie aber gebrannt werden, deſto weniger waſſerſaugend werden ſie, im verglasten Zuſtand gar nicht mehr, und deſto weniger werden ſie zum Zämente geeignet. Waſſer übt ſchon für ſich eine, wenn auch geringe, Beſtandkraft zwiſchen den Sandkörnern aus. Trockner, loſe aufgeſchütteter Sand fällt ſtark zuſammen, ſobald er angenäßt wird. Das kann aber nur dadurch geſchehen, daß durch anziehende Vermittlung des Waſſers die Sandkörner beweglicher werden und einander ſo anziehen, daß ſie ſich mehr in einander fügen,

denn kleinere Zwiſchenräume laſſen alſo einen geringern Umfang einnehmen. Ein von Waſſer durchdrungenes Staubkörnchen wirkt nicht mehr allein, ſondern mit ſeinem Waſſergehalte auf Waſſer und Kalkhidrat des Kalkbreies. Auch iſt es denkbar, daß durch die waſſerſaugende Kraft des Zämentes nach und nach — nach einer Zeit — ein Theil des Kalkbreiwaſſers verſchluckt (abſorbirt) werde, wodurch das Erſtarren befördert werden kann. Gewiß iſt es, daß diejenigen Steine, die Waſſer ſaugen und feſthalten, mit Mörtel beſſer binden, als ſolche, bei denen es nur auf der glaſigen, glatten, dichten Oberfläche leicht haftet, und ſo nicht vermittelnd wirken kann. Da aber Hr. Hofr. Fuchs die Meinung (?), daß poröſe und das Waſſer ſtark einſaugende Körper bloß der Poroſität wegen die beſten Zuſchläge des Mörtels ſeien, unter die Albernheiten rechnet, ſo muß ich Jedem überlaſſen, hier zu prüfen und das Beſte zu behalten. Hr. Hofr. Fuchs hat offenbar nur an das Verſchlucken des Waſſers an ſich gedacht, das einem geringern Waſſerzuſatze gleich ſei, aber nicht an die dadurch vermehrte Ziehkraft zwiſchen den (von Waſſer geſchwängerten) Zämenttheilchen und den ſie umhüllenden Kalktheilchen. (S. §. 126). Es folgt daraus, daß in Abſicht auf Beſtimmung des Waſſerzuſatzverhältniſſes bei der Bereitung des Schnellmörtels die Verſuche noch lange nicht geſchloſſen ſein können, und manche unerwartete, ſcheinbar widerſprechende Erſcheinung nur hieraus Aufklärung finden könne. Ich ſage: Eingeſogenes Waſſer vermehrt die Ziehkraft des Zäments, zu viel (freies Taig=) Waſſer trennt aber die Theile, hindert alſo die Kittung; Mangel an zwiſchenliegendem Waſſer aber veranlaßt Schwere, Trägheit, Unbeweglichkeit, wodurch die Kriſtalliſirung, d. h. die Erhärtung, das Zuſammenwachſen, vermindert wird.

6) Auf richtigem Mengverhältniſſe. Ueberſchüſſiger Kalkbrei wird nicht gebunden, hebt alſo in den Zwiſchenräumen liegend den Zuſammenhang auf und der Mörtel zerfällt im Waſſer, indem darin der nicht gebundene Brei ſich zertheilt. Mangel an Kalkbrei läßt Zämenttheile hohl — ungebunden — liegen, ſo, daß das Waſſer ebenfalls eindringen, und vor dem Erſtarren des übrigen Theils das Ganze auflöſen kann. Außerdem wird ſolcher Mörtel wenigſtens nicht ſo feſt, als bei richtigem Mengverhältniſſe, wobei Zäment= und Kalktheile einander vollſtändig binden, ſich ſättigen (neutraliſiren). Dieſer Lehrſatz iſt allgemein und vollkommen richtig; nicht aber der des Hrn. v. Charleville, der ſagt:

„Das Geringſte der umhüllenden Maſſe müſſe den Zwiſchenräumen der umhüllten Theile gleich kommen; wo keine Zwiſchenräume ſtatt fänden (?), da müſſe man zu gleichen Theilen (davon) nehmen," denn dann:

1) müßte auf eine naturwidrige Art angenommen werden, daß die umhüllenden Theile (Kalk) immer weniger als die Hälfte ($^1/_3$, $^1/_4$ ꝛc. ꝛc.) betragen, wenn die Zwiſchenräume der umhüllten Theile (des Zämentes) unter die Hälfte abnehmen, plötzlich aber wieder die Hälfte betragen müßten, wenn dieſe Zwiſchenräume = 0 würden, ein Fall, der nicht einmal denkbar iſt;
2) liegt in der Annahme gleicher Theile durchaus kein hinreichender Grund. Sie wäre nur dann richtig, wenn erwieſen würde, daß die Adhäſion des Kalks ſowohl als des Zämentes in gleicher Entfernung (bei jedem) gleich groß wäre, oder daß der Vereinigungs= (Indifferenz=) Punkt beider Kräfte in der Mitte des Zwiſchenraumes liege.

Je weniger waſſerſaugend übrigens der Zämentſtaub iſt, deſto ſteifer (waſſerärmer) muß der Schnellmörtel bereitet werden, wenn er nicht im Waſſer (zu früh) zergehen ſoll. Ohne Rückſicht hierauf wurde ſeither die zämentirende Eigenſchaft mancher Steinpulver nicht erkannt.

7) Auf gleichförmiger Vermengung. Hierauf beruht die vorige Bedingung; denn außerdem tritt bald von dem einen bald von dem andern der Gemengtheile Ueberſchuß oder Mangel ein. Es leuchtet ein, und iſt durch Erfahrung begründet, daß es am zweckmäßigſten ſei, Zämentpulver nicht unter Kalkbrei, ſondern mit Kalkhidrat — Kalkpulver — zu mengen und nach möglichſt gleichförmiger Vermengung anzufeuchten; denn im erſtern Falle iſt eine gleichförmige Vermengung kaum möglich und nur durch mehr anhaltendes Schlagen, Rühren und Stampfen zu erhalten.

Aus Nr. 2 und 7 erhellet die Wahrheit des von Hrn. Hofr. Fuchs angegebenen Erfahrungsſatzes: „Je feiner der Kalk und Zuſchlag vertheilt ſind, je inniger ſie gemengt werden, und je weniger Waſſer dazu genommen wird, deſto ſchneller zieht der Mörtel an." Der Unterſchied iſt in dieſer Hinſicht oft ſo groß, daß man kaum glauben möchte, daß man es mit denſelben Stoffen zu thun habe. Nur der Satz: „je weniger Waſſer dazu genommen wird" iſt nicht ganz allgemein richtig. (S. 5.)

§. 142.

Von den Zämenten.

Die Zämente (zugleich mit oder ohne Sand) ſind entweder den Kalkſteinen von der Natur in verſchiedenen Verhältniſſen ſchon beigemengt, oder wir müſſen dieſe Beimengung erſt vornehmen. Jene Kalkſteine nennt man hidrauliſche. Wir erhalten daher hidrauliſchen (ſchnell bindenden) Kalk:

1) Aus der Hand der Natur, wenn ſie die Kalkſteine aus Kalk und andern Erden hinlänglich gleichmäßig mengte und wenn dieſer mit jenem beim Brennen durch Vulkane, Erdbrände ꝛc. oder in unſern Kalköfen für ſich oder mit Kalktheilchen zu Zämentſtäubchen zuſammenſchmolzen.

2) Wenn wir Kalkbrei mit geeigneten, rohen (Thon- ꝛc.) Erden in richtigem Verhältniſſe innig genug mengen und das Ganze der Röſtung (dem Brennen in angemeſſenem Grade) ausſetzen,

3) Wenn wir Zämentpulver (natürliches oder künſtlich erzeugtes, reines oder mit Kalk ꝛc. vermengtes) richtig mit Kalkhidrate (in noch trocknem Pulver- oder ſchon gewäſſertem Zuſtande) vermengen.

Nur ſelten hat die Natur das erforderliche Verhältniß von Kalk und Zäment getroffen. Doch ſind ihre Mengungen meiſt inniger und gleichmäßiger als unſere künſtlichen Gemenge, daher in dieſer Hinſicht vorzüglicher. Ausgezeichnet iſt der engliſche Zämentſtein zum Parkers (römiſchen) Zämente, der von Poully in Frankreich ꝛc. ꝛc. Wo die Natur das rechte (beſte) Mengverhältniß nicht gab, muß bei überſchüſſigem Zämente (fetter oder weniger hidrauliſcher) Kalk, bei überſchüſſigem Kalke aber Zäment zugeſetzt werden; dieſes in größtem (ganzen) Verhältniſſe bei fettem (reinem) Kalke.

§. 143.

Parkers (Roman-) Zäment.

Der Zämentſtein der Engländer beſteht aus einzelnen Kalkſteinnieren in Thonlagern, die mit den Bänken der Oolitenbildung wechſeln, und im Londonthon — London clay — über der Kreide. An der Meeresküſte wird der Thon zerſtört und die loſen Steine werden in großer Menge auf den Strand getrieben. So: in Sommersetshire, Derbyshire, Glamorgan- und Yorkshire, auf den Eiländern Thanet, Wight, Sheppey, an und in der Themſe. Einſt nannte man ſie Septaria, Ludus Helmontii — Dés de Van-Helmont. Dieſe Nieren ſind fauſt- bis menſchenkopfgroß, gelblichgrau, braun, von dünnen, kriſtalligen, meiſt blaßgelben Kalkſpatadern durchzogen, im Innern nicht ſelten hohl, mit Kalkſpatdrüſen ausgefüllt, angefeuchtet ſtark thonriechend, von feinkörnigem Bruche, in Salz- und Salpeterſäure langſam auflöslich.

Parker, Kalköfenbeſitzer in England, nahm 1796 ein Patent auf Bereitung eines Waſſermörtels, des berühmten Parkers Zämentes, jetzt römiſchen Zämentes — Roman Cement — Ciment romain — wozu er dieſe Zämentſteine anwendete. Im Parker'ſchen Patente (ſ. Crelle: Journ. d. Bauk. IV. 1.) heißt es u. a.: „Meine Erfindung beſteht darin, ſogenannte Thonnieren in Staub zu verwandeln und dieſen mit Waſſer zu verbinden, woraus ein Mörtel oder Zäment entſteht, der alle bis jetzt bekannten an Dauer und Feſtigkeit übertrifft ꝛc. ꝛc. Ich verſtehe unter Thonnieren gewiſſe thonige Steine ꝛc. mit Kalkadern ꝛc., im Innern bisweilen mit eingeſchloſſenem Waſſer, in den Höhlungen mit Kalkdrüſen ꝛc. Stärker als Kalk gebrannt, werden ſie gewöhnlich braun, etwas mürbe. Sie erhitzen ſich, ohne zu zerfallen, mit aufgegoſſenem Waſſer. Erſt werden ſie in einer zur Verglaſung hinreichenden Hitze gebrannt, dann in Staub zerrieben, und, dem Raume nach, mit $^2/_5$ Waſſer zu einem Zämente gerührt, der in 10 — 20 Minuten in und außer Waſſer hart wird." Herr Parker behält ſich vor, in andern Verhältniſſen, auch mit Sand, Kalk ꝛc. zu miſchen, je nachdem es der Zweck erfordere. Ein Neffe des Hrn. Wyat, königl. Architekten, errichtete in London mit ihm bald eine Fabrik unter dem Schilde: „Parker und Wyat" die noch immer Parker'ſchen Zäment liefert. Nach Ablauf der Patentenzeit, 1801, errichteten Francis und Withe eine Fabrik und nannten den Zäment: Roman-cement. Dieſe Anſtalt iſt größer und vorzüglicher als die erſte, ältere Fabrik. Hr. Mallet ſah 1824 in dieſer neuen Fabrik, die Zäment zum Tunnel lieferte, ein Prisma von 18 hieraus gefertigten und hiermit zuſammengemörtelten Ziegeln ſchwebend an eine lothrechte Mauer angekittet.

Die Londoner Zämentfabriken holen ihren Bedarf von der Inſel Sheppey. Hier ſammelt man die Kieſel bei der Ebbe, ſchüttet ſie in Haufen auf und verſendet ſie in Schiffen zum Zämentbrennen u. a. nach Harwich zu öffentlichen und Privatbauen.

Man brennt den Zämentſtein in England in Schachtöfen oder in Meilern ſehr ſtark, bis er verglaſet, mahlt, ſiebt ihn fein und packt ihn in Tonnen. Er hat dunkelbraunrothe Farbe, ſaugt beim Anmachen wenig Waſſer ein, erwärmt ſich wenig und erhärtet ſehr ſchnell. Man mengt ihn mit Sand, ohne Kalkzuſatz, in verſchiedenen Verhältniſſen und verarbeitet ihn ſchnell zu Waſſerbauen, zur Abhaltung der Feuchtigkeit, die aus dem Boden in den Sockelmauern aufſteigt, als Mauerſpeiſe, zu Wölbungen, die dem Eindringen der Näſſe ausgeſetzt ſind. Hamelin behauptet, daß ſich dieſer Zäment vortheilhaft zu Schiffen brauchen laſſe, indem man ein Ziegelmauerwerk davon zwiſchen den äußern und innern Planken mache, die auf die Krummhölzer befeſtigt ſind, wodurch der Zudrang des Waſſers und der Ratten verhindert werde. Zum Abputz wird dieſes Zämentpulver mit $^1/_2$, wenigſtens mit $^1/_4$, Sand gemengt. In London bildet man daraus Geſimſe mit ihren Zierden, ſo feſt und dauerhaft, wie aus Hauſteinen. Man färbt die Maſſe durch gewäſſerte Schwefelſäure mit flüſſig gemachtem Okker ꝛc. ꝛc. Accum lehrt: „Zur rothbräunlichen Steinfarbe des Stuckanwurfs daraus löſet man 1 Thl. Eiſenvitriol in 20 Thl. Waſſer, verſetzt dieſe Auflöſung mit Kalkbrühe und etwas feingeſiebtem Zämentpulver. Dieſe Farbentünche, welche man mit Okker, Umbra ꝛc. verſetzen kann, trägt man auf den Anwurf, ehe dieſer völlig trocken wird, oder man vermengt das Pigment mit der Mörtelmaſſe (Abputzmaſſe)."

Nach Davy beſteht der Parkers-Zäment aus 22 Kieſelerde, 9 Thonerde, 13 Eiſen- und Manganoxid, 55 Kalk. Nach Berthier *) beſtand eine Probe dieſer Zämentſteine aus 65,7 kohlenſ. Kalk; 0,5 kohlenſ. Magneſia; 6,0 kohlenſ. Eiſenoxidul; 1,9 kohlenſ. Manganoxidul; 18 Kieſelerde; 6,6 Thonerde. Der daraus gebrannte Kalk beſtand aus 55,4 Kalk, 36 Thon, 6 Eiſenoxid.

§. 144.

Zämente in Frankreich.

Frankreich beſitzt mehre Zämentſteine zu Waſſermörtel. Als Muſter ſtanden früher die Strandkieſel — galets — von Boulogne oben an: roſtbraun, hart, ſchwer zerbrechlich, innerhalb einer geringen Breite am Meerufer. Wegen ihrer Seltenheit werden ſie jetzt nicht mehr zur Verarbeitung eingeſammelt. Nach Guiton-Morvaux und Vauquelin enthalten 100 Gewichttheile dieſer Kieſel: 40,3 Kalk; 4,4 Thon; 9,9 Kieſelerde; 11,3 Eiſen; 33 Kohlenſäure. 1,1 war Verluſt. Drapur's Zerlegung derſelben im rohen und gebrannten Zuſtande theilt Accum a. a. O. mit. Den daraus gebrannten Kalk nennen die Franzoſen Plâtre-ciment. Dieſe uneigentlich Gipszämentſteine genannten Strandkieſel von einer noch nicht entdeckten Bank kommen nur in einer Strecke von $^1/_2$ Lieue vor. Hr. Mallet (ſ. nachh. Ber.) erzählt: 1802 führte man vor den Kommandanten von Boulogne einen Menſchen, der am Meerſtrande umherirrte, für einen Spion gehalten wurde und ſich als Engländer ausgab. Dieſer nannte ſich Smith, gab ſich für einen Aufſeher der Waſſerbaue zu Chatam aus und machte auf die Strandkieſel der franz. Küſte aufmerkſam, denen der engl. Küſte von Thanet etc. gleich, die zu Chatam, Sherness etc. vortrefflichen Zäment zu den Hafenbauen lieferten. Der Kommandant ließ hierauf die erſten Verſuche damit machen.

Aber nach Verſuchen, in Paris und Cherbourg angeſtellt, übertrifft der Ciment de Pouilly, ein der Jurabildung zugehöriger Kalkſtein, den Roman-cement der Engländer. M. ſ. Journal du génie civil, Févr., 1830. Hr. Mallet, Ingén. en chef, erſtattet Kommiſſionsbericht über den von Hr. Lacordaire, Ingén., zu Pouilly entdeckten Zäment. Ueber deſſen Brauchbarkeit zu Bildnereien, Gußarbeiten ꝛc. waren die Verſuche nicht erſchöpfend. Dieſe entſcheiden hauptſächlich über deſſen Brauchbarkeit zu Bauverbindungen. Man hat zu Pouilly eine blonde und eine ſchwarze Abart. Die eine enthält 25 Kohlenſäure und Waſſer, 19 Kieſel, 10 alumine, 30 Kalk, 2 Magneſia, 8 Eiſenoxid, 6 Verluſt. Die andere gibt in der nemlichen Ordnung 30, 24, 10, 24, 0, 8, 4 Theile. Das geſchoſſene Geſtein wird aus einer Tiefe von 80 Metern gefördert; in einem Stollen auf einer Eiſenbahn bis zum Schachte, darin durch einen Göpel bis zu Tage. Die ausgeleſenen (geſchiedenen) Steine kommen in Stichöfen — fours-coulans — zum Brennen, und werden nachher durch gußeiſerne, 2400 Kil. ſchwere, durch ein Pferd bewegte Mühlſteine zerrieben. Der Zäment Nr. 2 wird durch Drathſiebe von 1$^1/_2$ Millimeter Weite gelaſſen. Nr. 1 erhält man, wenn dieſer durch eine noch enger geflochtene Beutelmaſchine geſiebt wird.

Im gedachten Crelle'ſchen Journal findet man 5 Tabellen über die zu Paris und Cherbourg angeſtellten Verſuche über die Kraft, mit welcher dieſer Zäment mit verſchiedenen Steinen bindet und in ſich gegen Zerbre-

*) S. Annal. d. Chim. XXII. 691.

chen, Zerreißen und Zerdrücken widerſteht, mit Vergleichung dieſer Kräfte beim Parker'ſchen Zämente. Hr. Mallet bemerkt: Parker ſagt in ſeinem Patente, daß der Stein in einer Hitze bis zum Verglaſen erhitzt werden müſſe. Dieſes iſt einer von den Irrthümern, welche zum ſchlechten Erfolge ſeiner Erfindung beigetragen haben. Es iſt weſentlich, daß die Hitze nicht bis zu dieſem Punkte gehe, vorzüglich, wenn der Mörtel ſchnell binden ſoll. Es iſt ferner weſentlich nöthig, daß man den gebrannten Stein in ſehr kleine Stücke zerſchlage; denn ſonſt, wie auch Parker ſagt, löſcht er ſich nicht und jeder Theil, der nicht zerkleint iſt, bleibt als Stein in dem Mörtel zurück. Wird Sand zugemiſcht, ſo kann dieſes mit dem Zämentpulver trocken, ohne Waſſer, vorher geſchehen. Dann erſt wird das Waſſer unter beſtändigem Umrühren, nach und nach zugegoſſen. Man macht nie mehr Mörtel an, als eben nöthig iſt, weil er ſonſt von ſeinem innern Zuſammenhange verliert.

Zu den Statuen nimmt man dieſelbe Miſchung, wie zu Anwürfen und kann eben ſolche Formen nehmen, wie zu Gips. Nur iſt kein Spielraum nöthig, weil der Zäment ſich nicht ausdehnt und nicht zuſammenzieht. In England bedient man ſich ſtatt des Oels zum Schmieren der Formen des Schweinſchmalzes. Nimmt man eine Zuſammenſetzung ohne Sand, ſo bekommen die abgeformten Gegenſtände leicht Riſſe. Endlich muß man, weil der Zäment ſchlecht mit ſich ſelbſt zuſammenhält, die ganze gewünſchte Dicke mit einemmale formen, weil ſonſt die Zuſammenſetzung im Augenblicke erhärten könnte, wo man ſie überträgt.

§. 145.

Zämente in Teutſchland und im übrigen Europa.

Aehnliche Kalknieren, wie die engliſchen, kommen bei Neuſtadt-Eberswalde und auf dem Eilande Rügen, bei Arcona, am Abhange im Thone vor. Letztere beſtehen aus 82,9 kohlenſ. Kalk; 13 Kieſelerde; 4,3 Eiſen- und Manganoxidul, Spuren von Thonerde. So: bei Antwerpen, Kulmbach, Altdorf. Sogenannte helmontiſche Tuffe — ludus Helmontii — kommen in unvollkommnen Kugeln im verhärteten Mergel bei Panz vor. Man findet ſie auf den Abhängen des Berges in loſen Geſchieben. Neuerlich fand man dieſe Nieren in Rußland, Schweden, Italien, der Schweiz ꝛc. ꝛc. ꝛc. S. Dingler's Journ. B. XII. H. 3. S. 375. Die Altdorfer und Kulmbacher hat Hofr. Fuchs unterſucht und zu Schnellmörtel tauglich gefunden.

§. 146.

Puzzolanen.

Man nennt Zämentſtoffe „Puzzolanen," von der Puzzolane, welche die erforderliche Eigenſchaft, und zwar früher einzig, am vollkommenſten zeigte. Man verſteht nun (nicht oriktognoſtiſch, ſondern techniſch) unter Puzzolanen ſolche dem Feuer ausgeſetzt geweſene Irdſtoffe, welche dadurch die Eigenſchaft erhielten, als Zämente zu Schnellmörtel zu dienen; und zwar unter natürlichen jene, welche die Natur durch Vulkane, Erdbrände ꝛc. ꝛc. bereitete: eigentliche Puzzolane, Traß, Laven, Baſalt ꝛc. ꝛc.; unter künſtlichen jene, welche wir erſt einem Brande, einer Röſtung unterwerfen: Ziegelmehl, Steinkohlenaſche, gebrannter Schiefer ꝛc. ꝛc. Die Puzzolanen, meiſt oder zum Theil aus kieſelſaurer Thonerde beſtehend, durch Feuer porös und waſſerſaugend geworden, geben nach der bisherigen Erfahrung das vorzüglichſte Zäment, aber daſſelbe nicht ausſchließlich.

Wie beim Traſſe, ſo gibt es auch, in Abſicht auf die Puzzolane, eine Unzahl von Mengungsvorſchriften: der béton — Grobmörtel — wird in Italien, zu Toulon ꝛc., noch immer nach Vitruv's Vorſchrift bereitet — aus 12 Thl. Puzzolane, 6 Thl. reinem Quarzſande, 9 Thl. Kalk, 6 Thl. Steinbrocken (Abhauſeln von thonigen, gebrannten, poröſen ꝛc. Steinen). Smeaton ſchlug vor: 1 Theil Puzzolantraß, 3 Theile reinen Sand, 2 Theile Magerkalk. In Frankreich hält man für die beſte Zuſammenſetzung 2 Theile Puzzolane von Civitavecchia mit 1 Theil Magerkalk. Zum Ciment wird die Puzzolane, ganz fein, weniger zum béton, gepulvert. Die Erhärtung unter Waſſer erfolgt binnen 4 — 6 Wochen, im Meerwaſſer leichter und früher als im Süßwaſſer.

§. 147.

Puzzolangeſtein.

Wichtig iſt die Verwendung des vulkaniſchen Tuffes als Puzzolane — als Zäment zu unter Waſſer erhärtendem Mörtel. Man nennt die Puzzolane — von Puteoli, dem heutigen Puzzuolo — auch Puzzolan-, Pu=

teolanerde. Vitruv, der für Grundmauern, Gewölbe, Waſſerleitungen ꝛc. oft Ziegelmehl vorſchlägt, kannte, ſo wie Plinius, die Vortrefflichkeit der terra puteolana. Hirt bemerkt hierbei: „Unter Hetrurien, wo man den Karbunkel grub, konnte Vitruv (II. 6.) nur den Theil von Ratilocani und der Tiber verſtehen, wo Spuren ehemaliger Vulkane ſind, wovon der Karfunkel, wie die Puteolane, ein Erzeugniß iſt. Es iſt eine Art ſchwärzlicher, verglaſter Erde, die mit Kalk einen vortrefflichen Mörtel gibt, nur nicht, wie Vitruv meint, unter Waſſer (?). Dazu dienen nicht alle vulkan'ſche Sandarten, wie z. E. die in der Gegend des Aetna. Die Kataneſer, die 1791 an ihrem Hafen arbeiteten, mußten dazu die Puzzolane aus der Gegend von Rom und Neapel holen.“ Es iſt aber dennoch die Frage, ob die Kataneſer auch ihren vulkan'ſchen Stein gehörig zuzurichten und richtig zu mengen verſtanden? Plinius erzählt, daß man im Zizikeniſchen und bei Kaſſandra aus dem vulkaniſchen Tuffe Backſteine ſchneide, dieſe unter Waſſer tauche und verſteinert herausziehe.

Hirt bemerkt, es ſei zu verwundern, daß weder Vitruv noch ein anderer alter Schriftſteller vom vulkan'ſchen Sande um Rom etwas ſage, da dieſer doch dieſelben Eigenſchaften in demſelben Grade beſitze, wie der Sand um Baja, Puzzuolo, den Veſuv. Bei Baja findet man auch noch Trümmer damit am Meere aufgeführter Gebäude, jetzt unter Waſſer. Nach Winkelmann ſollen ſich die Alten mehr der ſchwarzen Puteolane bedient haben, wogegen die Neuern mehr die röthliche ſuchen. Die Straße des Appius Claudius beſteht aus einem damit eingelegten Pflaſter, in deſſen Fugen jetzt, nach 2000 Jahren, keine Spitze eindringt. Früher wurde die Puzzolane, auch am See Kaſtel Guido, S. Paolo und dem Sepolcro missenico gegraben, beſonders von Civita vecchia nach Frankreich, England, auch Holland ꝛc. ausgeführt. Jetzt hat aber Frankreich (faſt?) eben ſo gute Puzzolanen. M. ſ. Faujas: Mémoire sur la manière de reconnaître les différentes espèces de pouzzolanes et de les employer dans les constructions sous l'eau et hors de l'eau. Par. 1778 et 80.

Faujas gibt folgende (natürliche) Puzzolanen an:

1) Pouzz. graveleuse compacte, beſtehend aus ſchmutziggrauen Stücken baſaltiſcher Lava, bisweilen in der Nähe der Krater: in den Brüchen von Chenavari bei Rochemaure en Vivarais, an mehren ausgebrannten Vulkanen der Auvergne. Gepulverter Baſalt erſetzt ſie, wie Guiton, Cessart (bei den Cherbourg'ſchen Kegeln) u. a. im Großen erprobten. Aber das Stampfen iſt beſchwerlich.

2) Pouzz. poreuse, aus ſchwammiger Lava, zerreiblich, in Staub zerfallen, oder in kleine regelloſe Körner — die arena der Alten in Baja, Neapel, Rom. Sie wurde aus den Katakomben um Rom gegraben (wohin die alten Chriſten flüchteten). S. Artaud: Voyage dans les catacombes de Rome. Sie findet ſich ſchwarz, braun, ziegelroth, violblaulich ꝛc., iſt natürlich gepulvert oder muß gepulvert werden. Solche iſt bisweilen zu ſtark kalzinirt, wie verſchlackt, dann weniger zämentirend. So die bei Agde. Man gräbt ſie im Großen beſonders zu Civita vecchia. Die Brüche von Chenavari, die erſten in Frankreich, von Faujas entdeckt, ſind in vollem Betriebe; eben ſo die von Durtol etc. entdeckten.

3) Pouzz. argileuse, durch Zerſetzung gewiſſer dichter Laven entſtanden, theilweiſe noch unzerſetzt. Sie gibt mit Kalk einen in der Luft wie im Waſſer erhärtenden Mörtel, während der von thonigem Ocker in der Feuchtigkeit nie bindet und an der Sonne in Staub zerfällt.

4) Pouzz. boueuse oder tufeuse, ein zuſammengekittetes Gemenge verſchiedenartiger Brocken, das zerkleint und geſiebt werden muß, um Mörtel zu bilden — eine Art vulkanſchen Sandſteins. Faſt alle vulkanſchen Tuffe geben, gepulvert, eine wahre Puzzolane.

Accum bemerkt: ſchwarze, aſchgraue (oder gelblichweiße) und rothbraune Puzzolane. — Die Gewinnung geſchieht mit Haken und Schaufeln.

§. 148.

Traß (Tuffſtein).

Die Anwendung des Traſſes — Duck-, Tuffſteines am Niederrheine — zu Waſſermörtel in abwechſelnder oder beſtändiger Näſſe kennt man ſeit dem 3ten Jahrhunderte. Jetzt wird er beſonders um Andernach in weiten Tagbrüchen gewonnen, nach Holland geſchafft und dort auf eigenen Mühlen gemahlen, gebraucht und verſendet (Faujas: Mémoire sur la carrière de Trass de Pleith. An. du muséum d'hist. nat. I. p. 15). Die

Benennung Traß — Tarras — leitet **Hirt** von terrasse *) — terrazza — eine waſſerdichte Pflaſterung im Freien, her. Erſt nach dem Zermalmen bekommt der Duckſtein dieſe (techniſche) Benennung. Die Mühlen zu Dortrecht, Amſterdam ꝛc. ſtehen unter öffentlicher Aufſicht. Die **Keuermeiſter** unterſuchen den ankommenden Duckſtein. Man bildet deßhalb daraus Gefäße, füllt dieſe mit Waſſer und ſieht zu, ob dieſes nicht nach mehren Tagen durchdringe. Sie beaufſichtigen auch die Mühlen, Siebe ꝛc. Meiſt werden dieſe vom Winde, zu Harlem von Pferden, zu Zuitphen von Waſſer getrieben (Geſam. Nachrichten ꝛc.). Eine Daumenwelle hebt die mit Eiſen beſchuhten, ſchweren, hölzernen Stampfer, die beim Niederfallen die darunter auf den eichenen Block geworfenen ganzen Duckſteine gröblich zerſtoßen. Dieſe Stücke fallen dann über ein ſchräg geſtelltes Sieb von Meſſingdraht, und, indem daſſelbe entweder durch Auf- und Niederſchlagen oder durch Hin- und Herziehen erſchüttert wird, fällt das Feinſte vom Traß herab auf den Boden. Das Uebrige wird abermals geſtampft oder auf einen harten Stein geworfen und darauf von zwei auf der harten Seite — Stirn — laufenden Mühlſteinen ferner zermalmt. So zu Gravenhaag. Sonſt hatte man zu Utrecht, Zuitphen, ſelbſt Dordrecht nur Stampfer und Siebe. Eine Abbildung ſ. Rozier Journ. de phisique, März, 1779. Je härter und feſter der Tuffſtein iſt, deſto höher ſchätzen ihn die holländiſchen Maurerer, die Traßmüller aber, je weicher er iſt. Zur Entdeckung einer Verfälſchung rührt man den (gelben oder braunen — holländiſchen) Traß mit Waſſer um, worauf der Sand ſich niederſchlagen wird. Nach Redelikheid findet eine Verfälſchung mit **lamendaliſcher** (?) kleiartiger Erde ſtatt. Man mengt aber Sand und Kanalſchlick bei, wo es nicht auf unbedingte Undurchdringlichkeit ankommt, um Koſten zu ſparen. (Recueil des rapports et observations sur les expériences faites à Cherbourg pour remplacer la pouzzolane, p. Gratien Lepère, ingén. en chef etc. 1805). Das Mengungsverhältniß zu Waſſermörtel iſt beim Traſſe und der italiſchen Puzzolane verſchieden. Von jenem treffen 2 Thl., von dieſer $^1/_2$ Thl. auf 1 Thl. Kalk. Aber auch den Traßmörtel ſetzt man an verſchiedenen Orten verſchieden zuſammen. Einige rechnen 3 Thl. Steinkalk, 1 — 2 Thl. Traß, $^1/_2$ — 1 Thl. Sand innigſt gemengt; andere 1 Tonne (preuß.) Kalk, 11 — 12 Ztr. (Berl.) Traß. Der Kalk ſoll eben auf der Kelle liegen. Ohne weitere Annäſſung wird die Maſſe bis zu zähem Butterbeſtande geſchlagen, am Tage der Anfertigung vermauert. Reſte werden bedeckt und am folgenden Tage mit friſcher Maſſe zuſammengeſchlagen. Die Holländer ſchlagen mit Unterbrechung den Traßmörtel 3 Tage unter möglichſt geringer Anfeuchtung. Guter erhärtet unter Waſſer in 24 Stunden, in der Luft binnen 12 Stunden unter Aufreißen. Die zu kittenden Steinfugen müſſen vorher durch Annäſſen ſo geſättigt werden, daß ſie kein Waſſer mehr einſaugen. Man nennt **ſtarkes Zäment** das aus halb Kalk, halb Traß. **Rother Waſſermörtel**, aus 1 Thl. Kalk, 1 Traß, 1 Ziegelmehl, dient zu Waſſermauern, deren Mörtelbänder im Haupte mit ſtarkem Zäment ausgegoſſen werden. Der **Baſtard-, unächte Traß** der Niederländer beſteht aus 3 Thl. Kalk, 2 Traß, 2 Sand. In d. geſammt. Nachr. v. d. Zäment aus Traß und waſſerdichtem Mauerw. d. Holländer, 1791, heißt es: Zu **ſtarkem Traſſe — eigentlichem Zämente** — wird genommen: in Grave und Vlieſſingen 3 St. Kalk, 2 gemahlener Traß; in Amſterdam, Zütphen, 1 Kalk, 1 Traß; an letzterem Orte über Waſſer 2 Kalk, 1 Traß; in Amſterdam zu Brückengewölben 3 Kalk, 2 Traß. Zum **Baſtard- — unächten Traß — ſchlappen, ſchwachen Baſtard** — wird genommen: in Grave 3 Kalk, 2 Sand, 2 Traß; in Vlieſſingen 3 Kalk, 1 Traß, 1 Sand; in Amſterdam 3 Kalk, 1 Traß, etwas Sand; in Zütphen 2 Kalk, 1 Traß, 1 Sand.

Accum ſagt vom Traſſe: er gibt an ſeinen dünnen ſcharfen Enden (Kanten?) ein Geräuſch, wenn man mit dem Finger darüber fährt; er iſt mit dem Meſſer ſchabbar, nicht funkend, glüht ſich braunroth, brauſet nicht mit Säuren ꝛc.

Die Engländer bekamen zum Bau der Weſtmünſterbrücke die italiſche Puzzolane wohlfeiler als den Traß.

Hr. Bauinſpektor **Zimmermann** (ſ. Crelle ꝛc.) ſpricht von einem **wilden Traß** oder **Tau**, einer vulkanſchen, mit vielem Bimsſteine gemengten Aſche auf den Gehängen des Rheins, bei Brohl unter Andernach ꝛc.

---

*) Belidor, der die Gründung von Waſſerbauwerken, zur Vermeidung des Waſſerſchöpfens, auf Grobmörtel ausführlich lehrt, erwähnt nur einmal des rheinländiſchen Traſſes unter der Benennung: terrasse de Hollande. Er bediente ſich der Puzzolanerde. Sganzin bemerkt, daß man ſich zu Brügge der Trümmer der Gewölbe einer abgebrochenen Kirche (aus dem Steine von Andernach beſtehend, woraus die mehreſten Gewölbe Belgiens gothiſcher Kirchen erbaut ſind) bediente, um daraus den Traß zur Wiedererbauung der großen Schleuſe von Slikens zu gewinnen.

der dort als Sand unter Abputzmörtel gebraucht wird, bei gehöriger Mengung etwa die Hälfte der Wirkſamkeit des Traßmörtels erzeugt, daher zu weiten Verſendungen kein Gegenſtand ſein kann. Fuchs a. a. O. rühmt den Traß von Monheim (bei Eichſtädt).

§. 149.

Puzzolanen=Beſtandtheiltabelle.

Folgende Tafel chemiſcher Zerlegung entſtand durch Guiton, Descotits, Chaptal u. a.:

Puzzolanen.	Beſtandſtoffe.			
	Kieſel	Thonerde	Kalkerde	Eiſenoxid
Italiſche Puzzolane. Erſte Sorte	55	20	5	20
— — Zweite —	51	25	3	15
Rothe Puzzolane von Vivarais	29	54	5	4
Graue — — —	32	47	5	7
Traß von Andernach	57	28	6½	8½
Okkererde	41	35	4	19
Holländiſche Aſche	44	40	7½	8½
Baſalt	56	15	4	25
Schiefer von Cherbourg	46	26	4	14
Sandſtein von Castelnaudary	45	7	—	35
Mittelzahlen	45,6	29,7	44	15,6

§. 150.

Künſtliche Puzzolane: Okkererde.

Die Aehnlichkeit einiger in Schmelzung übergegangenen Steine mit poröſen Laven, den Begleitern und Erzeugern wahrer Puzzolane, weckte den Vorſatz zur Bereitung künſtlicher Puzzolanen. Chaptal beſchäftigte ſich zuerſt damit im Großen. Von den Kunſtpuzzolanen erwähne ich folgende als die vorzüglichſten:

1) Okkererde. Chaptal (Mémoire sur les terres ocreuses, propres par leur torréfaction, à remplacer les pouzzolanes, 1787) fand Thonerden: gelb, nach dem Brennen roth werdend, oder rothe Okker vorzüglich geeignet, auch eiſenhaltig, nur nicht ſolche Okkererden, die mit Säuren aufbrauſen (? möchten bei richtiger Behandlung im Brennen ſehr brauchbar werden!). Er legte zu Languedoc eine Puzzolanfabrik an und gebrauchte Okkererde aus der Gegend von Montpellier. Das Erzeugniß wurde bei mehren öffentlichen Bauarbeiten verwendet, beſonders beim Kanal beider Meere — Mittagskanal. Man bildete aus der Okkererde vierzöllige Kugeln, ſchichtete dieſe in einem kegelförmigen Ofen mit Steinkohlen und brannte ſie, bis die rothe Farbe ins Schwärzliche überging und bis die Schuppenkanten, die beim Brechen entſtanden, feſt und ſcharf ſtanden. Die Anwendung davon beim Hafenbau zu Cette, zeigte, daß dieſe Maſſe der Vivarais'ſchen Puzzolane gleich kam. Ihr Preis überſtieg aber den der italiſchen Puzzolane, die als Schiffsballaſt beigeſchafft wurde. Dieſen erſten Verſuchen in Frankreich folgten bald andere. Vitalis bildete einen Zäment aus 1½ Thl. kalzinirter Okkererde, ¼ Thl. Kieſelſand, ⅛ Thl. magerem Kalke, 2 Thl. Kalkſteingerölle. Nach 5 Monaten war dieſer Beton unter der Seine mehr als hinreichend erhärtet. Die künſtliche Puzzolane des Hrn. Buschius in Berlin, aus Thon, Kieſelerde und Eiſenoxid, die ſehr derben, röthlichen Schnellmörtel liefert, entwickelt bei ihrer Mengung mit Kalkbrei einen Geruch, dem oes Fenſterkitts ähnlich.

Hierher gehört der Scheidewaſſerzäment — Ciment à l'eau forte — aus dem thonigen und eiſenhaltigen Gefäßbodenſatz in den Scheidewaſſerfabriken, der nach 8 Tagen unter Waſſer dem Drucke ſo widerſteht, wie vulkanſche Puzzolane, aber nur zu kleinen Arbeiten: Terraſſen=, Waſſertrogfugen ꝛc., leicht genug erhalten wer= den kann. Charleville ſagt, daß die Thonerden am beſten auf glühenden Blechen der freien Luft 10 — 30 Mi= nuten lang ausgeſetzt würden.

§. 151.

Ziegelmehl.

2) Griechen und Römer wendeten es in der älteſten Zeit an, beſonders zum Ausfüttern und zur innern Begleitung der Waſſerbehältniſſe und Leitungen. Der Kanal des Anio vetus war mit Mörtel gemauert, der Backſteinſtücke ſtatt Sand oder Puzzolane erhielt. Jetzt iſt er innen ſtark von Kalkſinter überzogen. Die Alten nahmen überhaupt das Ziegelmehl häufig zu Eſtrichen, zu Anwürfen der Sockel ꝛc. überhaupt, wo bei einer Mauer Feuchtigkeiten zu fürchten waren. Auch ſuchten ſie durch deſſen Beimengung ſalzhaltenden Meerſand zu verbeſſern. In gothiſchen Bauwerken findet ſich ebenfalls die Anwendung des Ziegelmehls. Beim Bau der großen Schleuſe zu Cherbourg bediente ſich Belidor eines Mörtels aus geſtoßenen Ziegeln und Hammerſchlag, zu gleichen Theilen, geſiebt, mit Kalk. Dieſe Stoffe werden im Mörtelbette ausgebreitet; darin wurde der Kalk gelöſcht, 8 Tage lang geſtampft; die Mauerfugen wurden mit Kitt aus $^1/_6$ Ziegelmehl, $^1/_6$ Glasgalle, $^1/_6$ Eiſen= feilſpänen, $^3/_6$ Kalk ausgeſtrichen. Die Niederländer vermengen öfter den Traß mit gleichviel Ziegelmehl. Sol= chen Waſſermörtel nennen ſie rothen. M. ſ. §. 148.

Man kann 3 Brenngrade unterſcheiden:

a) erſter Grad, klingend, im Waſſer nicht mehr erweichend,

b) gebacken — biscuit — von neuem gebrannt, dadurch dunkler, härter (Klinker), dann weniger waſſer= ſaugend, weniger zämentirend,

c) kalzinirt — halbverglaſet — eiſengrau, glasbrüchig, glasritzend, nicht mehr an der (feuchten) Zunge klebend, am wenigſten kalkbindend.

Dyle's Zäment enthält Pulver aus feuerfeſten Thongefäßen, worin Porzellan gebrannt wird, Bleiglätte ꝛc. Die Grundlage der Brunnenkitte iſt Ziegelpulver mit vielen andern Dingen. Jeder Werkmeiſter glaubt das beſte Rezept zu beſitzen, das er geheim hält. Die Hauptrückſicht iſt, daß der Thon nicht zu wenig gebrannt ſei, wobei der Anhalt mit Kalk noch zu ſchwach iſt (Härte, Waſſerſaugung ꝛc. zu gering), aber auch nicht zu ſtark, wobei durch eintretende Schmelzung die Oberfläche zu glatt, die Waſſerſaugung aufgehoben wird. Be= achtenswerth iſt, was Hr. Bauinſp. Zimmermann (ſ. Crelle) ſagt: Man kann das Ziegelmehl durch Beimen= gung von ſtaubartigem Eiſenoxide ungemein verbeſſern, aber nicht durch metalliſches Eiſen: Feilſpäne, Hammer= ſchlag ꝛc., die in einem Mörtel, der ſchon 18 Wochen unter Waſſer aufbewahrt war, noch glänzend und unge= roſtet angetroffen wurden. Der Zuſatz von ſtaubartigem Eiſenoxid, nach John der wahre Zäment im Mörtel, vermag dagegen die Wirkungen des Ziegelmehls außerordentlich zu vermehren. Ein Mörtel aus Mehl von rothen Dachziegeln hatte nach Verlauf von 8 Wochen noch gar keine Konſiſtenz, während ein anderer, aus demſelben Ziegelmehle, mit demſelben Kalktaig und nach gleichen Miſchungsverhältniſſen bereiteter Mörtel, wenn dem Ziegelmehle, dem Gewichte nach, 20 pCt. Eiſenoxid durch ein Haarſieb beigemengt waren, bereits eine abſolute Feſtigkeit von beinahe 8 Pf.; ein dritter, ganz eben ſo und aus denſelben Materialien bereiteter Mörtel, mit Zuſatz von nur 10 pCt. Eiſenoxid, in 11 Wochen und einigen Tagen bereits eine Feſtigkeit von $20^1/_2$ Pf. auf den Quadratzoll erlangte; der Zuſatz von 20 pCt. Eiſenoxid, dem Gewichte nach, ſcheint aber einflußreicher zu ſein (?). In Gegenden, wo ſich Raſeneiſenſtein (Moraſt=, Sumpf=, Wieſenerz) findet, oder in der Nähe von hohen Oefen und Erzwäſchereien, wird man ſich daher des Staubes von Eiſenoxid zur Verbeſſerung des Ziegel= mehlmörtels ſehr vortheilhaft bedienen können.

Sganzin erinnert, daß man zu Amſterdam aus dem Meergrunde einen Thonſchlamm ziehe, dieſen wie Backſteine brenne, dieſe dann zu ſogenanntem privilegirtem holländiſchem Traſſe fein mahle, der 55 — 60 Kieſelerde, 19 — 30 Thonerde, 5 — 6 Kalk, 15 — 20 Eiſen (nach Bergmann) enthalte.

§. 152.

Steinkohle.

In lebhaftem Feuer wird ſie zu zelliger, harter, ſchwerer Schlacke; in anhaltend mäßigem Feuer verwandelt ſie ſich anfänglich in ſchwarze, verkohlte, leichte Maſſen; endlich geht ſie in Aſche über. Die Aſche wird für beſſer erklärt, als die bei der Verbrennung gebildete Schlacke; dieſe für deſto beſſer, je weniger die Verſchlackung eingetreten iſt. Die beſten Steinkohlen haben oft Lagen von bituminöſem Schiefer, deren Brandrückſtand in ſtarkem Feuer verſchlackt. Die erſten Verſuche hiermit machte auf Guiton's Anrathen Cessart, der Erbauer der Cherbourg'ſchen Kegel. Sie entſchieden ſich zum Vortheil des Luftmörtels, aber nicht des Waſſermörtels. Aber es entſchied ſich weiter, daß, während Schiefer bis zum Aufblähen und Schwammigwerden gebrannt werden müſſen (m. ſ. 153.), die Steinkohlenaſche nicht verſchlacken dürfe, ſondern nur ſchwach gebrannt bleiben müſſe. Vicat beobachtete: verſchlackte Schieferpuzzolane gab eine Feſtigkeit = 100; nur geröſtete aber dieſe $= 0{,}_{12}$. Wenn dagegen Beton mit Steinkohlenaſche eine Feſtigkeit = 100 hatte, ſo blieb dieſe $= 0{,}_{62}$ bei harter, ſchwerer, verſchlackter Maſſe; $= 0{,}_{10}$ wenn ſie leicht, zerreiblich, verſchlackt war. Alſo ſteht, in Abſicht auf Röſtung, Kohlenpuzzolane unter dem Geſetze für Thonpuzzolane; Schieferpuzzolane umgekehrt. Die Tournai'ſche — dornickſche — holländiſche — Aſche iſt mit Kalkſtaub gemengte Steinkohlenaſche, unter den Brennöfen angehäuft. M. ſ. §. 116.

In England ſoll man die vom Ausſchmelzen des Bleiglanzes mit Steinkohlen zurückbleibenden Schlacken ſehr theuer zum Behufe des Waſſermörtels verkaufen (wahrſcheinlich früher vor Erfindung des Parkers-Zämentes?). Dieſe ſchwarze Schlacke beſteht aus erdigen und metalliſchen Theilen der Steinkohlen, Blei und wahrſcheinlich etwas Schwefel (John).

§. 153.

Blauſchiefer-Zäment.

4) Blauer Schiefer, im erſten Grade der Brennung farbeändernd, goldroth (rothglühend), dann in verſtärkter Hitze bis weißglühend. Die Blätter ſchwellen auf und geſtalten ſich zur poröſen, leichten, zerreiblichen, fahlgrünen Maſſe. Wo die Schiefer auf brennenden Kohlen liegen und jeden Grad der Brennung durchlaufen, kann man ſie als natürliche Puzzolane benutzen, wie bei Dudweiler. Man braucht ſie nur zu pulvern.

Rinnmann knetete 1 Thl. Schiefermehl aus einem bis zum Entſtehen einer röthlichen Farbe gebrannten Alaunſchiefer mit 1 Thl. gebranntem Kalke zu Mörtel. Dieſer nahm nur ſchwer Nageleindrücke an und wurde im Waſſer nicht zerſtört, war aber auf der Unterfläche und im Bruche ſchwammig und neigte zum Aufreißen. 1 Thl. Schiefermehl, 1 Thl. Ziegelmehl, 3 Thl. Kalk gaben einen ähnlichen, nur weniger erhärtenden Waſſermörtel. Merkwürdig ſind die Verſuche, die Paſch beim Göthakanalbau machte (ſ. Annal. d. ſchw. Eiſenkomtoirs, 1824). Er mengte ſchwediſchen Kalk nach einander mit Alaunſchiefer, gebranntem Thone, Braunſtein, Trapp, Grünſtein, gepulvertem Granit, Okker ꝛc. und zog den Alaunſchiefer vor, der gebrannt und gepulvert wurde (dieſe ſchwammige Schieferſchlacke war ja am meiſten waſſerſaugend?!).

Die erſten Verſuche mit Röſtung der thonſchieferartigen Maſſen zur Erzeugung künſtlicher Puzzolane machte Baggé zu Gothenburg in Schweden. Er fand bei Wesnerborg einen ſchwarzen Stein, der, zweimal wiederholt gebrannt, in eine leicht zu pulvernde Maſſe umgewandelt wurde, die ſich dann ganz wie Puzzolane verhielt. Faujas (Recherches sur les pouzz... 1778) erklärte dieſen Stein für Thonſchiefer — ardoise. Später machte Chaptal Verſuche mit gebranntem Schiefer. Er empfiehlt dazu den verwitternden und ausblühenden. Die gründlichſten Verſuche über Schieferpuzzolane wurden von Gratien Lepère mit eiſenhaltigem Schiefer gemacht: Beton aus $1\frac{1}{2}$ gebranntem, eiſenhaltigem Schiefer, $\frac{3}{4}$ Granitſand, $1\frac{1}{8}$ magerem (hidrauliſchem) Kalke, 8 grobem Granitgrande war nach 3 Monaten im Meere feſt. erhärtet; 1 Thl. gebrannter, eiſenhaltiger Schiefer mit $\frac{1}{3}$ magerem Sande gab einen Schnellmörtel zum Ausfugen und Verſetzen; 12 Thl. ſehr gebrannter, gepulverter Schiefer, 12 magerer Kalk, ſeit 15 Tagen gelöſcht, 6 Granitſand, 16 Granitgrand oder Gerölle, Abfälle erprobten ſich eben ſo nach vier Monaten. Dieſe in Cherbourg angeſtellten Verſuche wurden 1806, auf Befehl des Miniſteriums des Innern zu Paris, mit glücklichem Erfolge wiederholt. Der Prüfungskommiſſion von Gelehrten, Architekten und Ingenieuren ſtand Guiton vor. Dieſer fand, daß beim Rööſten des Cherbourg'ſchen Schie-

fers die Kohle damit nicht in Verbindung kommen dürfe, damit das Eiſen nicht hergeſtellt werde, was die im Waſſer kittende Eigenſchaft ſchwächt. Aus gleichem Grunde verliert die italiſche Puzzolane, wenn ſie durch Röſten verſchlackt. Man darf daher nicht durch Schichten mit Kohlen die Röſtung bewirken, denn es iſt eine Täuſchung, daß metalliſches Eiſen beſſer als Roſt im Mörtel wirke. Wie die Erdſchlacke (gebrannter Schieferthon, gebrannter Kohlenſchiefer), durch Erdbrand aus Thonſchiefer entſtanden, wird auch der eben ſo entſtandene Porzellanjaspis, fein genug gepulvert, ein Zäment liefern, deſto beſſer, je weniger gebrannt, (bis zu einem gewiſſen Grade), je waſſerſaugender. Ueberhaupt werden Kupfer- (bituminöſer Mergel-), Brand- (z. Thl. Kohlen-) und Lias- (Mergel-) Schiefer, gehörig gebrannt und fein gepulvert als Mörtelzäment gebraucht werden können. So dient beſonders der Alaunſchiefer (ſ. Abhandl. d. ſchwed. Akad. 1773). Hr. Bauinſpektor Zimmermann (ſ. Crelle ꝛc.) bemerkt: der Thonſchiefer muß durch einen hohen Grad von Hitze, am beſten durch Weißglühehitze, ſo vollſtändig kalzinirt werden, daß er in Blättern von goldgelber und bräunlicher Farbe zerſpringt. Die am Göthakanale durch Paſch damit gemachten Verſuche (ſ. Bd. VIII. d. ſchw. Eiſ. Komt.) beſtätigen die Vortrefflichkeit dieſes Zäments.

§. 154.

Baſalt. Eiſenſandſtein.

5) Baſalt. Rothfeuer ändert ihn kaum. Weißfeuer ſchmilzt ihn. Er ſoll fließen.

6) Eiſenſandſtein. Daudin fand 1788 in der Montagne-Noire einen eiſenhaltenden rothen Sandſtein, welcher, kalzinirt und gepulvert, einen Mörtel gab, der im Meere und ſüßen Waſſer erhärtete und in der Luft nicht, wie Puzzolane, aufriß. Die Beſtätigung fanden Bertholet und Pelletier vier Jahre nach dieſer Anwendung. Der Eiſenſandſtein fordert, wie Ziegel, den erſten Grad des Brennens. M. ſ. Nicholson Journ. V. XII. 337; Ure Dict. of Chim. L. I.

Verſuche und Erfahrungen müſſen immer den richtigen Grad der Röſtung bei allen künſtlichen Puzzolanen beſtimmen. Bei jedem Grad iſt aber die Wirkung größer, je feiner die Pulverung erfolgt, beſonders bei mehr dichten, weniger waſſerſaugenden Maſſen.

§. 155.

Vicat's künſtliches Zäment.

Vicat (Recherches expérimentales sur la chaux de construction, les bétons et mortiers ordinaires, vol. i. 4°, Fig., imprimé avec approbation du conseil des ponts et chaussées et de l'institut de France, Paris, 1818) lehrte: Mit gelöſchtem, fettem oder zu wenig hidrauliſchem Kalke in erforderlichen Verhältniſſen Thonerde genau zu mengen, hierauf nochmals zu brennen und löſchen, wodurch er zu Schnellkalk wird, deſto mehr, je richtiger das Verhältniß der Thonerde zum Kalke getroffen wird, bei fettem Kalke das größeſte. Sehr fetter Kalk verträgt 20% Thon, magerer etwa 15%, anderer nur 10% und noch weniger. Die genaue Mengung iſt weſentlich, damit im Feuer die Kalk- und Thontheile ſich berühren und zur neuen Maſſe ändern. Die einfachſte begreifliche Erklärung iſt dieſe: Kalk und Thon ſchmelzen und bilden zerſtreut Staubkörner, die im Kalke als Zäment wirken. Die Thontheile, die nicht mit Kalk zuſammenſchmelzen, erhärten und wirken überhaupt wie gebrannter Thon. Dieſes beweiſen die Kalkſteine, die von Natur Thonerde enthalten und beim Auflöſen in Scheidewaſſer einen ſchlammigen Rückſtand geben, nicht ſo aber, nachdem ſie gebrannt ſind. M. ſ. oben §. 99. Ueber das Brennen ſolchen Taiges bemerkt Hr. Charleville, daß die daraus gebildeten kleinen Stückchen vorher möglichſt austrocknen müſſen, daß ſie nicht mit dem Brennmaterial, ſondern während des Brennens, 15 — 30 Minuten lang der Berührung der Luft ausgeſetzt, überhaupt aber nicht zu ſehr und nicht zu wenig gebrannt werden ſollen. Er gründet dieſe Behauptungen auf Verſuche. Es kommt dabei wohl darauf an, daß kein Zuſammenbacken und Zuſammenſchmelzen der Thon- und Kalktheile in größern ſandigen Theilen ſtatt finde, ſondern daß ſich, höchſt gleichförmig zerſtreut, höchſt feines Zämentpulver, locker, porös ꝛc. bilde. Ich will zu mehrer Begründung dieſer Anſicht folgende Bemerkung von Fuchs (ſ. über Kalk und Mörtel) anführen: „Wenn man das Hidrokarbonat des Kalks ſtark ausglüht, ſo tritt, wie ich öfters erfahren habe, die merkwürdige Erſcheinung ein, daß die Theile des Kalkes etwas zuſammenbacken, und derſelbe ſich nicht mehr, wie gewöhnlich, mit Waſſer löſcht, ſondern nur ſehr langſam und ohne bedeutende Erhöhung der Temperatur zu einem ſandartigen Pulver zer-

fällt, was ſich erſt nach längerer Zeit etwas feiner zertheilt ꝛc. Es ſcheint demnach, daß die Theile des Kalkes in der Lage, welche ſie bei der Bildung des Hidrokarbonats angenommen haben, ſich beim Ausglühen einander mehr nähern als gewöhnlich, ſo daß dann das Waſſer nicht mehr ſo leicht zwiſchen ſie eindringen kann. In dieſen Zuſtand kann vielleicht der Kalk bisweilen unter andern Umſtänden kommen, und die Behauptung, daß ſich reiner Kalk in ſtarkem Feuer manchmal todtbrennen laſſe, möchte nicht ganz ungegründet ſein." Raucourt de Charleville gibt als Regeln hierbei an: der Taig ſoll getrocknet und zerbröckelt werden. Er ſoll dann auf einer rothglühenden Eiſenplatte ¼ — ½ Stunde lang der Lufteinwirkung ausgeſetzt werden (wovon Andere die Nothwendigkeit bezweifeln). Der immer erforderliche Verſuch iſt in jedem beſondern Falle abhängig von der Größe der Maſſe, der Zerbröckelung, der Eiſenplatte u. ſ. w. Wird die Maſſe mit dem Brennmaterial in Verbindung gebracht, ſo ſoll der Erfolg geringer ſein und die Röſtdauer bis zu ¼ Stunde abgekürzt werden müſſen. Daß nur gleiche Maſſen, bei gleichen Hitzgraden, in gleichen Zeiten, unter gleichen Umſtänden gleiche Erfolge darbieten, iſt nicht zu bezweifeln, ob aber vorſtehende Charleville'ſche Regeln allgemein geltend ſeien, laſſe ich dahin geſtellt ſein.

Vicat ſcheint allgemein als der Erſte anerkannt zu ſein, der dieſe Bereitung des künſtlichen Waſſerkalkes lehrte. Inzwiſchen erklärt Accum, daß der Berliner Prof. John der Erſte ſei, der darauf aufmerkſam machte, daß Muſchelſchaalen durch Zuſatz von Thonſilikaten und nachheriges Brennen in hidrauliſchen Kalk umgewandelt würden. Derſelbe ſagt: „Dieſes geſchieht am vortheilhafteſten, wenn an der Luft zerfallener Kalk oder auch roher gemahlener Kalkſtein mit dem bemerkten Zuſatze und Waſſer zu einem Taig gemacht wird, welchen man nach dem Austrocknen brennt. Man braucht alſo nur Kalkhidrat mit Kieſelthon zu einer Maſſe zu verbinden und dieſe, wenn ſie trocken iſt, im Ofen zu brennen, das Produkt (Ergebniß) iſt hidrauliſcher Kalk." Obgleich häufig die Franzoſen teutſche Entdeckungen für die ihrigen ausgeben, und Teutſche dann erſt der Sache ihre Bewunderung zu widmen pflegen, wenn ihre Geiſtesgeburten von Frankreich adoptirt ſind, ſo muß hier doch bemerkt werden, das Johns Preisſchrift (von 1819) ein Jahr jünger iſt, als die Vicat'ſche Schrift (von 1818).

Daß aber durch's Brennen erſt (wenigſtens meiſt) der Zämentſtaub gebildet werde, beweist, daß Kieſelgehalt, (wie im rüdersdorfer Kalkſteine, der allein, ohne Thonerde, mit Kalk nicht örtlich ſchmilzt), den Kalk allein, für ſich, noch nicht hidrauliſch macht. Aber eben ſo wenig kann man das Thonſilikat für den einzigen Stoff erklären, der dem Kalkſteine durch Brennen die im Waſſer bindende Eigenſchaft gibt. Alle Stoffe vermögen das, die in erforderlicher Zerſtreuung im Kalkſteine den rechten Zämentſtaub in richtigem Verhältniß u. ſ. w. durch Brennen erzeugen.

Mit künſtlichem hidrauliſchen Mörtel aus Kalk und Kieſelthon wurden die weſtindiſchen Dokks gebaut.

§. 156.

Andere Zämente: Asphalt ꝛc.

Gepulverter Asphalt dient als Zäment. Die moldauſchen Maurer ſetzen bei Waſſerbau Bergwachs, ein halberhärtetes Erdpech, zu, das in den Karpathen, beſonders bei Wisko in Gallizien ꝛc., gegraben wird. Hammerſchlag und Eiſenfeilſpäne werden zu Kalkkitt längſt angewendet, dienen aber nur als Sand, wenn ſie nicht fein genug geſtampft, zerrieben, gemahlen werden können. Sie dehnen ſich durch Oxidirung aus, können daher als Beimengungen einen Schnellkalk, wenn er früh und feſt genug durch Zäment Beſtand genommen hat, verdichten, werden den Beſtand aber auch ſtören und vernichten. Dieſer Umſtand iſt bei allen eiſenhaltenden Puzzolanen zu berückſichtigen. Alle Kriſtalliſirungsſtörungen müſſen den Zuſammenhang ſtören, da dieſer lediglich auf der Beſtandnahme (Kriſtalliſazion) beruht. Wird Eiſenſchlacke ſo dünnflüſſig, als ſie von der Spur abläuft, in Waſſer abgelöſcht, ſo erhält man eine Maſſe, die dem Bimsſteine ähnlich iſt, der in Italien dem Kalke gepulvert zur feinſten Mörtelkitte und zum Grunde der Freskogemälde zugeſetzt wird. So ſetzten die Römer der Kalktünche Marmorſtaub zu, der ſchnell trocknet und die Farben einzieht. Beide können Zäment abgeben. Selbſt kalkiger Abraum von Kunſtſtraßen, die durch Kalkſteine unterhalten werden, kann hierzu dienen, wenn die ſchleimigen, (thonigen, thieriſchen ꝛc.) Beimengungen ausgeſchlämmt werden. In London ſoll man wenigſtens früher dem Kalke gebrannte Knochen zugeſetzt haben, um das überflüſſige Waſſer einzuſchlucken. Higgins hat dieſe Behauptung durch Verſuche begründet. Eben ſo wurde das Pulver von rohen Muſcheln als Zuſatz benutzt. In Kalms Reiſen nach Nordamerika heißt es: bloß zerriebene Muſchelſchaalen gäben einen beſſern und dauerhaftern Kalk (als Zäment deſſelben?) als vorher gebrannter. Sogar zerſtoße-

nes Glas, häufig zu Kitten angewendet, dient nach Verhältniß ſeiner Anziehungskraft zum Kalk als Zämentpulver. Smeaton's Verſuche zur Herſtellung der Schnellmörtel zum Bau des Leuchtthurms auf Edisthone bei Plymouth, dann die Bereitung des Loriot'ſchen Mörtels, dem man früher Vorzüge beilegte, habe ich im I. Thl. meines Handbuchs für Baumeiſter, §. 229. und 230., vorgetragen; eben dort in §. 237. die Verſuche des Prof. Gadd zu Abo, §. 238. mehre Verſuche *Rinmann's*.

Ueber die ältern Verſuche in Teutſchland mit natürlichen Puzzolanen ſ. *Gersdorf's* Beſchreibung der Puzzolanerde, im Hannöverſchen Magazin 19. St. 1773. Ferner in dieſem Magazin XI. 82. 219; XII. 322. 795.

§. 157.

Herrn Hofraths Fuchs Verſuche über Zämente.

Ueber die Wirkung der kieſel- und thonhaltigen Stoffe als Zämente entſcheiden nachſtehende Verſuche des Hrn. Hofrath *Fuchs*:

1) *Quarz*. Er wurde zum *feinſten* Pulver zerrieben, mit 1/6 Kalk gemengt und ſogleich in Waſſer gebracht. Er zerfiel darin nicht, nahm aber an Beſtand während drei Monaten nicht merklich zu. Ich bemerke hierzu:

Wäre etwa 1/4 Kalk ſtatt 1/6 davon genommen und das Quarzzäment geglüht (poröſer) geworden, ſo würde der Erfolg größer geweſen ſein!

2) *Gemeiner Opal aus dem Paſſauiſchen.* Ein Gemenge von 1 Thl. Kalk und 4 Thl. höchſt feinem Opalpulver wurde in drei Wochen unter Waſſer ſo feſt, daß es nur ſchwer vom Fingernagel Eindrücke annahm, und in drei Monaten hatte es eine ſolche Härte erlangt, daß es beinahe dem Marmor gleich kam.

3) *Chemiſch präparirte Kieſelerde.* Dieſe höchſt feine, aus Glasauflöſung mit Salmiak niedergeſchlagene Erde zog, mit der Hälfte Kalk gemengt, ſehr ſchnell im Waſſer an und erlangte in kurzer Zeit eine bedeutende Härte.

4) *Kieſelgallert.* Sie gab, 1/2 Stunde lang mit Kalkmilch gekocht, ein lockeres Pulver.

5) *Feldſpat.* Der Kalk wirkt auf naſſem Wege ſo wenig darauf, wie auf Quarz. (Aber unter welchen Verhältniſſen?).

6) *Porzellanerde aus dem Paſſauiſchen.* Ein Gemenge von 5 Thl. dieſer Erde und 1 Thl. Kalk erlangte in zwei Monaten nicht die Härte des Gipſes ꝛc. Das Gemenge mit der gelinde geglühten Porzellanerde wurde aber in der nemlichen Zeit ſo hart wie Marmor.

7) *Thon von Abensberg.* Gelinde gebrannt, mit 1/6 Kalk gemengt, gibt er eine Maſſe, welche im Waſſer in 6 Wochen hart wird. Mit 1/5 Kalk zieht er langſamer an, erreicht aber in der nämlichen Zeit ebendenſelben Beſtand, welcher ſpäter zunimmt. Auf den rohen Thon wirkt zwar der Kalk auch chemiſch ein, und der Thon verliert dadurch viel von ſeiner Bildſamkeit, allein er gibt damit kein im Waſſer zuſammenhaltendes Produkt. Ferner ſagt *Fuchs*: „Von ganz vorzüglicher Güte iſt (als Zäment) der Thon von Abensberg mit nur 5 — 6% Eiſenoxid. Wird er ſchwach gebrannt, dann fein gemahlen und mit (fettem) Kalk im Verhältniſſe 4 : 1, beſſer 5 : 1, gemengt, ſo liefert er eine ſehr feine, höchſt bildbare Maſſe, welche ſogleich im Waſſer ſteht und in 14 Tagen ſo feſt wird, daß ſie nur mit Mühe Eindrücke vom Fingernagel annimmt. *Fuchs*, der dem Eiſen- und Manganoxid eine Rolle als Zäment abſpricht, bemerkte, daß die Zämentirkraft der Thone abnehme, je eiſenſchüſſiger ſie ſind. Er gibt davon aber keinen Grund an, der nach meiner Theorie ſehr nahe liegt, die überhaupt nirgend bekannte Thatſachen in Zweifel zu ziehen braucht, ſondern vielmehr darin durchgängig ihre Beſtätigung findet.

Die Wirkung der Eiſenoxide und Manganoxide, wie zum Theil der Bittererde, iſt nach meiner Anſicht nur eine mittelbare. Sie ſind nicht ſelbſt Zäment, wirken aber auf die Schmelzbarkeit des Thones, alſo auf die zerſtreute Bildung des Zämentſtaubes. Dieſe Wirkung kann aber bisweilen durch Beförderung vortheilhaft ſein, in andern dadurch nachtheilig, daß durch zu ſtarke *glasartige* Schmelzung des Zämentſtaubes deſſen Poroſität und waſſerſaugende Kraft gemindert wird.

8) *Dichter Granat von Schwarzenſtein im Zillerthal.* Stark gebrannt und mit 1/5 Kalk gemengt, erhielt er in zwei Monaten unter Waſſer nur die Konſiſtenz des Gipſes.

9) Prehnit aus dem Faſſathale. Mit $^1/_5$ Kalk gibt er, wenn er gebrannt worden, eine im Waſſer ſtark erhärtende Maſſe, welche nach zwei Monaten ſich nur ſchwer mit dem Fingernagel ritzen läßt; ungebrannt nicht.

10) Stilbit. Werners Strahlzeolit. Er erhärtet mit $^1/_5$ Kalk ungebrannt eben ſo ſtark, wie der gebrannte Prehnit.

11) Analzim. 4 Theile (gebrannt oder ungebrannt) geben mit 1 Thl. Kalk unter Waſſer in 2 Monaten ein Produkt, welches ſich mit dem Fingernagel nicht ritzen läßt.

12) Ichthiophthalm aus Tirol. Gelinde gebrannt und mit Kalk im Verhältniſſe = 4 : 1 gemengt, bildet er in Waſſer in zwei Monaten eine marmorharte Maſſe. Dieſes Verhalten, ſagt Fuchs, iſt ſehr merkwürdig, weil der Ichthiophthalm keine Thonerde und eine ſo große Menge Kalkerde (im gebrannten oder waſſerfreien Zuſtande 32%) enthält." Es iſt dabei aber nichts Sonderbares mehr, ſo bald man ſieht, daß ſelbſt Kalkſteinſtaub als Zäment wirkt, wovon ſich der Herr Hofrath Fuchs nur noch nicht überzeugt hat. Der ungebrannte Ichthiophthalm wird aber mit Kalk nur eine weiche Maſſe.

13) Bimsſtein, Pech- und Perlſtein liefern, mit $^1/_4$ — $^1/_5$ Kalkerde gemengt, gute Produkte, ziehen aber gewöhnlich langſam an.

14) Dolomit. Er wirkt auf einige Silikate eben ſo ſtark, als der reine Kalk; auf andere, namentlich auf den abensberger Thon und die Porzellanerde, ſo wie er auch auf die chemiſch präparirte Kieſelerde noch ſtärker einwirkt und noch härtere Erzeugniſſe gibt. Er zeigte ſich ſogar auf den Feldſpat nicht ganz unwirkſam. Hr. v. Schenk hat in Berchtesgaden zwei Brunnenſtuben aus Dolomitmauerſteinen mit Mörtel aus gebranntem Dolomite mit Dolomitſand hergeſtellt, die nach 15 Jahren vollkommen gut beſtanden. Der Dolomit war etwas ſchwerer zu brennen, als gemeiner Kalkſtein, ließ ſich dann aber auf gewöhnliche Weiſe gut ablöſchen.

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß (nicht hartes) Kohlenpulver nicht als Mörtelzuſchlag dienen könne. Auch Knochenerde iſt zu weich. S. aber §. 156.

§. 158.

Mörtelſande.

Von der Verſchiedenheit der Sande nach der Art: Quarz-, Kalk-, Vulkan-, Granitſand; nach dem Vorkommen: Fluß-, Berg-, Grubenſand ꝛc.; nach der Korngröße: Kies, grober, Mittel-, feiner Sand ꝛc.; nach der Korngeſtalt: Perl-, Trieb-, Formſand ꝛc.; von der Erzeugung, dem Vorkommen, den verſchiedenen Anwendungen ꝛc. des Sandes wurde in der I. Abtheilung, Lehre von den natürlichen Bauſtoffen, §. 117. und 118. ausführlicher gehandelt. Man könnte noch natürlichen (Naturerzeugniß) vom künſtlichen (durch Stampfen ꝛc. erzeugten) unterſcheiden. Bei der Mörtelbereitung kommt es bei allen verſchiedenen Sandarten auf Größe, Form, Rauhheit oder Glätte der Oberfläche, Beſtandſtoff und Anhangskraft zum Kalke, Ungemengtſein mit Erde (Reinheit) u. ſ. w. an. In dieſen Beziehungen wechſeln ſehr der (gegrabene) Gruben- (Berg-) Sand, der Meer-, See-, Flußſand ꝛc. Der Grubenſand iſt Niederſchlag aus Meeren, Flüßen, oder Ueberbleibſel von Gebirgen, auf- und angeſchwemmt durch Regen, Bäche ꝛc. Seine Körneroberfläche wird durch tägliche Verwitterung, ſo weit dieſe einwirken kann, rauher; er iſt beſonders näher dem Muttergebirge, von größerem, rauherem, eckigerem Korne, meiſt aber mit Erden gemengt. Die Thonerde hüllt, durchnäßt, das Sandkorn ſchleimig ein und hindert die Verbindung mit dem Kalke. Man reinigt ihn dann, in Körbe gefaßt, in fließendem Waſſer. Sandlager, mit Gräſern überwachſen, ſind immer mit Erden gemengt. Man erkennt ihn als rein, wenn er, trocken in die Luft geworfen, nicht ſtäubt, auf einem weißen Tuche gerieben dieſes nicht ſchmutzt, in klarem Waſſer umgerührt dieſes nicht trübt ꝛc. Man kann ſich auch des Suchglaſes zur Unterſuchung bedienen. Enthält er Kalkerde, ſo braust er, von Säuren übergoſſen. Flußſand iſt in der Regel ziemlich rein, beſonders in der Nähe der Gebirge oder in den Bächen, dort auch rauh; entfernter wird er aber immer rundlicher, in der Oberfläche abgeſchliffener und glätter, in den feinen Poren verſtopfter, dadurch mit Kalk immer weniger bindend. Der Sand aus ſtehenden Seen iſt erdig. In Flüſſen liegen die reinſten Wellen zunächſt den ſtärkſten Strömungen, wo Erdtheile noch nicht niederſchlagen können. Meerſande hängen Salztheilchen an, die im Mörtel an freier, feuchter Luft zerfließen und Feuchtigkeit erzeugen. Solcher muß daher für Landbau erſt in ſüßem Waſſer ausgelaugt werden, nicht aber für Waſſermörtel, am wenigſten bei Meerbauen.

Am Meerufer wird das Salz des Meerſandes in der Länge der Zeit durch Regen ausgelaugt. Kieſiger muß durch Siebe gereinigt werden. Die Scharfkantigkeit der Körner fühlt man, ihn zwiſchen den Fingern reibend. Dabei ſoll er kniſtern und rauſchen. Je vollkommener rund ein Sandkorn iſt, deſto weniger Oberfläche hat es bei beſtimmtem Körperinhalte im Vergleiche mit einem unregelich, viel- und ſcharfkantig und eckig geformten Korne. Daher wird bei gleicher Körnergröße und übrigens gleichen Verhältniſſen der Perlſand zu Mörtel weniger taugen als ſcharfer, rauher Sand. Vitruv nennt den groben, ſcharfen Sand: männlichen.

§. 159.

Sandzwiſchenräume.

Da bei der Mörtelbereitung die Größe der Sandkörner und ihre beſtimmte Ausfüllung mit Kalktaig von höchſter Wichtigkeit iſt, ſo wird das Verhältniß dieſer Hohlräume eines ganzen Sandhaufens zu demſelben, dem Inhalte nach, bei jeder andern Sandgattung gemeſſen werden müſſen. Im Allgemeinen haben Unterſuchungen Folgendes ergeben:

$^1/_2$ Zwiſchenräume bei Kies und Sand, die Körner 5 und 6‴ bis eigroß;
$^5/_{12}$ — — 1 bis 2‴ (im Durchmeſſer) großen Sandkörnern;
$^2/_5$ — — $^1/_2$‴ großen Körnern;
$^1/_3$ — — $^1/_{10}$‴ großen Körnern;
$^2/_7$ — — erdigem Sand.

Nach Woltmann enthält Grand von $^1/_{16}$ — $^1/_8$″ Durchmeſſer (zuſammengerüttelt) $0,_{384}$; grober Sand von $^1/_{32}$ — $^1/_{16}$″ Durchm. $0,_{354}$; feiner Sand (deſſen Körner kleiner als $^1/_{32}$″ ſind) $0,_{302}$; Flugſand $0,_{412}$; Geeſtſand $0,_{419}$ Zwiſchenräume. Wedgwood ſiebte Sandarten in Sieben von mehr als hundert Fäden auf einen laufenden Zoll.

Die Weiſe, die Sandzwiſchenräume durch genau ausfüllenden Aufguß, dann Wiederabguß, von Waſſer, Meſſung deſſelben und Vergleichung der Räume zu beſtimmen, wäre nur dann richtig, wenn dabei die Sandkörner weder einen Theil des angewendeten Waſſers verſchluckten, noch auf der Oberfläche (durch Annäſſung) zurückhielten. Man muß alſo wenigſtens ſchon geſättigten, feuchten Sand hierbei anwenden. Bei der Mörtelbereitung wird man verläſſiger das nachher angegebene Verfahren anwenden (§. 162.).

Hat man Sandſorten von verſchiedener Korngröße, ſo kann man ſie mengen, wobei die feinern ganz oder zum Theil ſich in die Zwiſchenräume der gröbern legen. Der Würfelinhalt wird daher dem der gröbern Sorte gleich bleiben, wenn alle Körner der feinern Sorte in die Zwiſchenräume der gröbern ſich lagern. Eine Vermehrung deſſelben findet ſtatt, wenn entweder die Körner der feinern Sorte die Zwiſchenräume der gröbern einzeln durch Größe oder im Ganzen durch Menge übertreffen. Immer wird aber der Inhalt des Gemenges kleiner ſeyn, als der von den noch ungemengten Sanden zuſammengenommen.

Die Mengungen ſind vollendet und dann gleichförmig, wenn durch fortgeſetztes Rütteln und Schütteln keine Abnahme des Inhaltes mehr ſtattfindet. Es ſcheint eben bei der Mörtelbereitung (§. 161.) nur darauf anzukommen, immer feinere Sandſorten ſo lange zu gröbern beizumengen, als man noch eine Inhaltsabnahme dabei — ein Hineinlegen von feinerem Sande in gröberen — erreicht.

§. 160.

Bereitung des Luftmörtels.

Dieſer beſteht aus Sand und Brei von fettem Kalke oder ſolchem, der nicht unter Waſſer erhärtet. Gewöhnlich wird der (gebrannte, Bau-) Kalk gelöſcht — geſchwemmt — und ſogleich, oder vorher eingeſumpft, verwendet. Nach Loriot ſoll aber dem Kalkbrei, vorher verhältnißmäßig gewäſſert — dünn, bei der Mengung mit Sand Kalkpulver zugeſetzt werden und zwar nicht ſolches, das durch Untertauchen oder Liegen der gebrannten Kalkſteine in feuchter Luft, ſondern durch mechaniſche Zermalmung derſelben erhalten wurde, weil nur letzteres größere Wärme entwickelt, der man ſonſt, ahnend und unbewußt, eine beſondere erhärtende Wirkung beizulegen geneigt geweſen zu ſein ſcheint.

Setzen wir fetten Kalkbrei der Luft aus, ſo verdunſtet das in den Zwiſchenräumen des Kalkhidrates liegende Waſſer immer mehr und die Hidrattheile, vorher auseinander gehalten, nähern ſich einander vermöge ih-

rer Anziehungskräfte. Dadurch ſchwindet die Maſſe in einen engern Raum zuſammen. Wenn dieſes nicht durch die ganze Maſſe gleichförmig geſchieht, ſo zerreißt dieſelbe in verſchiedenen Richtungen. Wenn aber nicht Störungen durch Ungleichförmigkeit einer zu ſchnellen Austrocknung eintreten, ſo muß in den Rißgeſtaltungen Geſetzmäßigkeit — Regelmäßigkeit — erſcheinen, da ſie Erfolg von den polariſch, überhaupt beſtimmt gerichteten, Anziehungen ſind.

Deßhalb kann Kalkbrei, der, ausdünſtend Kohlenſäure anziehend, zerreißend erhärtet, nicht als Mauerſpeiſe dienen; denn ſolche muß ſtetig binden und ſo in ſich ungetrennt zuſammenhängend an die Mauerſteine ankitten — anhaften. Vermindert wird die Größe der Trocknenſpalten durch Beimengung von Sandkörnern, die für den Zweck hinlängliche Härte haben und mit dem Kalke zuſammenkitten müſſen. So lange die Sandkörner nur (gleichmäßig) zerſtreut im Kalkbrei liegen, ſie ſich alſo nicht zu berühren anfangen, muß der Mörtel durch Abdünſten des überflüſſigen, ausdehnenden Waſſers noch aufreißen, nur immer weniger, je mehr im Verhältniſſe der Sand zu-, der Kalkbrei abnimmt. So bald aber die Sandkörner ſich berühren, der Kalk nur noch in ihren Zwiſchenräumen liegt, ſo kann die Mörtelmaſſe im Ganzen nicht mehr ſchwinden, folglich nicht mehr aufreißen. Das Schwinden findet dann nur noch in den Zwiſchenräumen nach Verhältniß ihrer Größe, alſo bei gröberem Sande mehr als bei feinerem, ſtatt. Sind dabei die Zwiſchenräume des Sandes vor dem Austrocknen ausgefüllt, ſo wird alle Oberfläche der Sandkörner ergriffen; im Gegentheil aber, wenn die Zwiſchenräume nicht völlig ausgefüllt ſind, wird die Kalkmaſſe darin nach Verhältniß des Zuwenigen an den Körneroberflächen oder in ſich ſelbſt leere, ungebundene oder ungekittete Stellen laſſen, und ſomit einen weniger zuſammenhaltenden Mörtel liefern. Hieraus fließt für *Luftmörtel* die Regel:

Die Sandzwiſchenräume nur, aber vollſtändig, mit Kalkbrei auszufüllen;

denn bei mehr Kalkbrei — Ueberfüllung — der Zwiſchenmaſſe ſchwindet, alſo reißt, die Mörtelmaſſe im Ganzen; bei weniger Kalk dagegen findet keine vollſtändige Zuſammenkittung der Sandkörner ſtatt, der Mörtel erhält ſomit geringere Feſtigkeit und geſtattet das Eindringen der Feuchtigkeit in die leeren Räume, welche im Froſte ſich ausdehnend denſelben zerſtört. Nur beim Schnellmörtel darf die (zämentirte) Taigmaſſe die Räume des Mörtelſandes überfüllen, wenn ſie ſelbſt an Feſtigkeit der der Sandkörner, wie öfter, wenigſtens gleichkommt; denn ſie reißt nicht durch Schwinden auf, wie die fette Kalkbreimaſſe.

Aber obige Allgemeinregel erleidet doch einige Abänderung, nemlich: die Sandkörner berühren ſich in einer Menge Oberflächenpunkte unmittelbar, deſto mehr, je weniger rund, gekrümmt, je mehr eckig, von Ebenen begränzt dieſe Oberflächen ſind, je mehr zuſammengerüttelt, oder auf andere Veranlaſſung in einander gerüttelt die Körner, je kleiner, je ungleicher groß bei ungleicher Geſtaltung dieſe ſind. Würden *nur* die Zwiſchenräume ausgefüllt, ſo blieben alle Berührungspunkte frei — ungebunden; es fände nicht die vollkommenſte Bindung durch allſeitige Umhüllung ſtatt. Daher müſſen die Zwiſchenräume *in jedem Falle*:

ſo ſehr überfüllt werden, daß zwiſchen den unmittelbaren Berührungsflächen (und phiſiſchen Punkten) die Umhüllung der doppelten Dicke derjenigen Rinde gleich werde, welche der Sand auf ſeiner Oberfläche durch ſeine Ziehkraft (Adhäſion) zu binden vermag.

Demnach wird die Ueberfüllung veränderlich, abhängig und geringer ſein: bei gröberm, rundlich geſtaltetem, mehr gleichgroß körnigem, weniger kittendem Sande und umgekehrt. In jedem Falle wird Gleichförmigkeit, alſo Vollendung, der Mengung vorausgeſetzt. Wir ſahen oben, daß die Zwiſchenräume abnehmen von $1/2$ beim Grobkies bis $\frac{2}{7}$ beim erdigen Sande, oder von $\frac{3\,1/2}{7}$ bis $\frac{2}{7}$. In erſterm Falle iſt die Ausfüllmaſſe am größten, die Ueberfüllungsmaſſe wegen der wenigen Berührungspunkte am kleinſten, im Allgemeinen $= 0$; in letzterem Falle iſt aber die Ausfüllmaſſe am kleinſten, dagegen die Ueberfüllungsmaſſe wegen der mehren Berührungspunkte, die zu überrinden ſind, am größten. Es darf daher die umhüllende Maſſe nicht abnehmen vom Größten $= 1/2$ bis zum Kleinſten $= \frac{2}{7}$, ſondern in viel geringerer Stufe, vielleicht ſo wenig, daß im Allgemeinen der Satz ziemlich gilt: Die umhüllende Maſſe (Kalk — fett oder zämentig) ſoll (dem Umfange nach) die Hälfte vom Sande betragen, vollkommenſte Mengung vorausgeſetzt.

Man nennt auch wohl einen Luftmörtel *fett*, wenn er zu viel Kalk; *mager*, wenn er davon zu wenig enthält. Er darf aber weder fett noch mager, ſondern muß *kräftig* — *ſtark* — ſein.

§. 161.

Ausfüllung der Zwiſchenräume des Grobſandes mit Feinſand.

Vortheilhaft wird es ſein, die Zwiſchenräume eines gröbern Sandes durch einen feinern auszufüllen; denn dadurch erreicht man:

a) Erſparung an Kalktaig, meiſt theurer als Sand,

b) Verkleinerung der Kalkmaſſen — Verringerung der Dicke der Umhüllung — dadurch Minderung der feinſten Rißchen innerhalb der Zwiſchenräume, alſo Mehrung der Feſtigkeit,

c) Mehrung der Anhangsflächen und Abkürzung der Entfernungen dazwiſchen. Da der Erfolg auf der Sandoberfläche (Adhäſion und Bindung) ſich gerade ſo verhält, wie ich oben im Vortrage über Zäment auseinander ſetzte, ſo iſt klar, daß, wenn die durch feinere Ausfüllung verkleinerten Zwiſchenräume durch Fortſetzung dieſes Verfahrens mit immer feinerem und feinerem Sande ausgefüllt würden, endlich ein dazwiſchen gebrachter, fetter Kalkbrei in hinlänglich dünnen Rinden umhüllend, in denen die Pole der Ziehkräfte der gegenüberſtehenden Sandwände ſich erreichten und ſättigten, ſo ſchnell gebunden werden müßte, daß Waſſer nicht mehr eindringen könnte, er alſo ſich wie magerer (Kittkalk) verhalten würde.

Die Sache verhält ſich hierbei ſo, daß nach vollendeter Mengung die gröbern Sandkörner mit feinerkörnigem Sande ausgefüllt ſind. Hidrauliſcher (Schnell-) Mörtel iſt Sand mit Staubmörtel ausgefüllt; béton (Grobmörtel) iſt höchſt grober Sand (Steingetrümmer) mit Sandmörtel, ſelbſt mit Staubmörtel bereitet, ausgefüllt. Alſo iſt béton ein Mörtel, in dem die gröbſten Theile mit feinern und dieſe mit den feinſten ausgefüllt ſind, und hierauf beruht eben ſeine ſchnellerhärtende Eigenſchaft.

§. 162.

Beſtimmung der Sandzwiſchenräume aus dem Gedeihen des Mörtelraumes.

Man kann die Zwiſchenräume des Sandes auf folgende Art beſtimmen: Zu einem Maaße Sand = M ſetze man ein ſolches Maaß Kalkbrei = m, daß daraus nach vollendeter, genauer Vermengung um das Maaß = N mehr Mörtel entſteht. Die Verhältnißzahl der Sandzwiſchenräume drücke man durch x aus. Dann wird vom Kalktaig ein Theil = x M die Sandzwiſchenräume ausfüllen, der Reſt = m — x M aber gleich der Mörtelvermehrung = N ſein. Alſo erhält man dieſe Gleichung

$$m - x M = N$$

$$x = \frac{m - N}{M}$$

Mengt man z. E. 6w′ Grobſand (Kies) mit 4w′ Kalkbrei und erhält 7w′ Mörtel, ſo betragen die Kieszwiſchenräume $x = \frac{4 - 1}{6} = \frac{1}{2}$. Demnach reichen 4 — 1 = 3w′ zur Ausfüllung zu, wobei noch keine Vermehrung ſtattfindet, alſo die Sandkörner ſich noch unmittelbar berühren, noch nicht ringsum in Taig eingehüllt ſind. Deßhalb erfordert der Mörtel etwas über 3w′ Taig, aber nicht ſo viel, daß dadurch ein merkliches Schwinden, dann Reißen, ſtatt fände. Hierbei iſt vorausgeſetzt, daß die Sandkörner nicht (wie ſolche von trocknem, gebranntem Thone) einen Theil der Feuchtigkeit des Hidrates während der Vermengung einſaugen. Waſſerſaugende Körner ſind, wenn ſo ihre Zwiſchenräume erforſcht werden ſollen, vorher mit Waſſer zu ſättigen. Zur Bereitung des Mörtels kommt es aber immer beſtimmter darauf an, wie viel die Körner an Kalkbrei in ihren Zwiſchenräumen aufnehmen können, bis die Maſſenvermehrung durch Ueberfüllung eintritt.

Auf ähnliche Art kann man bei Ausfüllung gröbern Sandes durch feinern verfahren. Das Gemenge wird ſo lange gerüttelt, bis keine Abnahme des Inhalts, alſo kein Eindringen der feinern Sandtheile in die Zwiſchenräume der gröbern, mehr ſtatt findet. Sind dieſe Zwiſchenräume größer oder doch eben ſo groß als die Körner

des feinern Sandes, ſo kann davon ein Theil im gröbern ganz verſchwinden, ſo, daß durch die Mengung gar keine Umfangvermehrung ſtatt findet; außerdem findet wenigſtens eine Mehrung der Umfänge durch Mengung ſtatt. Man nehme ein Maaß = M groben Sand, deſſen Zwiſchenräume = x M ſind. Hierzu menge man ein Maaß = m feinern Sand. Iſt m nicht größer als x M, ſo wird:

Das Gemenge von M und m gleich M in erſterem Falle, oder doch kleiner als M + m im andern Falle, weil die verſchieden großen Körner beim Rütteln ſich mehr in einander fügen, und Theile des klaren Sandes die Zwiſchenräume des gröbern ausfüllen und nur der übrige Theil eine Maaßvermehrung erzeugt.

Die durch Beimengung feinern Sandes verkleinerten Zwiſchenräume können durch immer weitere Beimengung von immer feinerm Sande ſo immer mehr verkleinert — verringert — werden. Einige glauben, die Römer hätten ſo verſchiedene Sandſorten abſichtlich gemengt (Lafaye's Unterſuchungen 1777 und 78). Dem iſt nicht alſo. Sie nahmen den Sand wie ſie ihn fanden. John bemerkt: Der Mörtel an der alten Mauerruine zu Köln, unter Agrippina gebaut, iſt von ungeheurer Härte, worin die 2 — 4″ großen Geſchiebe, welche man am Rheinufer findet, unmöglich etwas beitragen können.

§. 163.

Berechnung des Mengverhältniſſes zwiſchen Kalk und Sand.

Die Erſparung an Kalk durch Mengung des Sandes, zugleich die Berechnung des Mengverhältniſſes hierbei, ergibt ſich aus folgender Darſtellung: Man bereite einen Grandmörtel aus Kalk und Grand, deſſen Zwiſchenräume = $\frac{1}{p}$ betragen und der mit $\frac{1}{p'}$ Grobſand ohne Maſſenmehrung ausgefüllt wird. Die Zwiſchenräume des Grobſandes ſeien = $\frac{1}{q}$ und er werde mit $\frac{1}{q'}$ Feinſand ohne Maſſenmehrung ausgefüllt.

1 Theil Grandmörtel wird enthalten:

$$1 \text{ Theil Grand} + \underbrace{\frac{1}{p'} \text{ Grobſandmörtel}}_{\frac{1}{p'} \text{ Grobſand} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{p'} \text{ Kalk}} + \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right) \text{ Kalk}$$

alſo beſteht:

---

1 Theil Grandmörtel aus: 1 Theil Grand, $\frac{1}{p'}$ Grobſand; $\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{p'} + \frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right)$ Kalk;

d. h. 1 Theil Grand; $\frac{1}{p'}$ Grobſand; $\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{p'}\right)$ Kalk.

Alſo ſind für $\frac{1}{p} = 1/2$ und $\frac{1}{p'} = 1/3$ zu 1 Theil Grandmörtel erforderlich:

1 Theil Grand; 1/3 Grobſand; 1/3 Kalk; ſtatt:

1 Theil Grand; 1/2 Theil Kalk.

Würde Grobſandmörtel unter ähnlichen Vorausſetzungen ſo bereitet, daß der Grobſand mit Feinſand ausgefüllt würde, ſo ſetze man in vorſtehender Berechnung nur Grobſandmörtel ſtatt Grandmörtel; Feinſandmörtel ſtatt Grobſandmörtel; Grobſand ſtatt Grand und Feinſand ſtatt Grobſand. Würde der Grand mit Grobſand, dieſer zugleich mit Feinſand ausgefüllt, ſo ſteht die Rechnung alſo:

1 Theil Grandmörtel wird enthalten:

1 Theil Grand + $\frac{1}{p'}$ Grobſandmörtel + $\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right)$ Kalk

$\frac{1}{p'}$ Grobſand + $\frac{1}{p'} \cdot \frac{1}{q'}$ Feinſandmörtel + $\frac{1}{p'}\left(\frac{1}{q} - \frac{1}{q'}\right)$ Kalk

$\frac{1}{p'} \cdot \frac{1}{q'}$ Feinſand + $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{p'} \cdot \frac{1}{q'}$ Kalk; alſo beſteht:

1 Thl. Grandmört. aus: 1 Thl. Grand; $\frac{1}{p'}$ Grobſand; $\frac{1}{p'} \cdot \frac{1}{q'}$ Feinſ.; $\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{p'} \cdot \frac{1}{q'} + \frac{1}{p'}\left(\frac{1}{q} - \frac{1}{q'}\right) + \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right)\right)$ Kalk

d. h.: 1 Thl. Grand; $\frac{1}{p'}$ Grobſand; $\frac{1}{p'} \cdot \frac{1}{q'}$ Feinſand; $\left(\frac{1}{p'}\left(\frac{1}{q} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{q'}\right) + \frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right)$ Kalk

Alſo ſind für $\frac{1}{p} = \frac{1}{q} = \frac{1}{2}$; $\frac{1}{p'} = \frac{1}{3}$; $\frac{1}{q'} = \frac{1}{4}$ zu 1 Theil Grandmörtel erforderlich:

1 Theil Grand; $\frac{1}{3}$ Grobſand; $\frac{1}{12}$ Feinſand; $\frac{7}{24}$ Kalk.

§. 164.

Bedingungen der Mörtelgüte.

Die Güte aller Mörtel, die unter verſchiedenen Umſtänden angewendet werden: beſtändig oder veränderlich in Waſſer, im Feuchten, Trocknen; unter zerdrückender, brechender oder zerreißender Laſt, unter Reibung, gegen Stöße ꝛc. beruht:

1) Auf der Härte (gegen Stoß, Druck, Reibung ꝛc.), Dauer (gegen Waſſer, Witterung, Feuer ꝛc.) der Sandkörner (umhüllten Mörteltheile);

2) Auf Härte, Dauer ꝛc. des Kalks (wie des Zämentes im Schnellmörtel), die aber veränderlich, von Zeit und Umſtänden abhängig, ſind; denn reiner Kalk wird in Waſſer gar nicht, in der Luft nur mit der Zeit immer mehr erhärten, je regelmäßiger und vollkommener die Kohlenſäurung vor ſich geht; Zäment wird dagegen deſto ſchneller und deſto eher in Waſſer erhärten, je ſtärker daſſelbe unter oben auseinander geſetzten Bedingungen erſcheint;

3) Auf Zuſammenhang der umhüllten und umhüllenden Theile. Dieſer Zuſammenhang iſt aber wieder abhängig

a) von ſeiner Stärke an ſich, dieſe aber insbeſondere von der Stärke der Waſſerſaugung und vorhandenen Waſſermenge (Feuchtigkeit);

b) von der Menge und gegenſeitigen Entfernung der Berührungspunkte, alſo insbeſondere wieder von Rauhheit, Poroſität, Größe der Zwiſchenräume, Gleichförmigkeit der Mengung, Größe, Geſtaltung, Gleich- oder Ungleichförmigkeit der Sandkörner ꝛc.

Der Werth des Mörtels hängt von ſeiner Güte in Beziehung auf die vorgegebenen Verhältniſſe ab. Wenn aber die Güte auf ſo verſchiedenen und manchfaltig zuſammengeſetzten Bedingungen beruht, ſo geſtaltet ſich das Werthverhältniß durch zu vergleichende Verſchiedenheit der vorgegebenen Anforderung des Zweckes noch verſchiedener. Ich will ſagen: Bei der Abnahme der Härte vom Quarzkorne bis zum gebrannten Thonkorne, bei der Abnahme der Zeit zur Erhärtung vom fetteſten Kalke bis zum ſtärkſten Zämente, bei der Abnahme des Zuſammenhangs von der glatten Kriſtallfläche des Sandkornes bis zum porösrauhen, waſſerſaugenden Korne der vulkaniſchen Schlacke, bei der Abnahme der Berührungspunkte vom kugeligen Grobkieſe bis zum in Flächen ſich dicht berüh-

renden Staube ꝛc. ꝛc. ꝛc., wird eine unabſehbare Reihe von Zuſammenmengverhältniſſen eine ſolche Reihe von Erſcheinungen darbieten, die den durch Erfahrung beſtärkten Scharfſinn des Baumeiſters ſehr in Anſpruch nehmen, um für die verſchiedenen Forderungen ſeiner Werke in fließendem, ſtehendem Waſſer, im Wetter, Trocknen, in Feuer, bei Wechſel oder Beſtändigkeit ꝛc., das Angemeſſenſte vom Möglichen und Gegebenen zu wählen, wobei es immer darauf ankommt, den Zweck am vollſtändigſten mit dem geringſten Aufwande zu erreichen.

§. 165.

Regeln über Mörtelbereitung. Erhärtung des Luftmörtels.

Bei allen dieſen Verhältniſſen kommt es bei der Bereitung aller Mörtel: Luft-, Waſſer- und Grobmörtel auf innigſte, höchſt gleichförmige Mengung der Sande mit dem (fetten oder zämentigen) Kalke an. Schon *Vitruv* ſagt: „der Mörtel müſſe mit dem Schweiße von der Stirne eingerührt werden ꝛc.“ Die Maurer ſuchen die Geſchmeidigkeit durch (überflüſſiges, ſchädliches) Waſſer zu erlangen; wogegen dieſelbe durch langes Schlagen und Rühren erſtrebt werden muß. Zeichen der ſchlechteſten Bearbeitung ſind weiße Klümpchen oder Streifen (von Kalk), wenn man den Mörtel noch rührt oder mit der Hacke oder Kelle durchſchneidet.

Der Sand wird mit altem, kaltem, eingeſumpftem Kalke oder mit friſchgelöſchtem gemengt, oder mit Kalkpulver. Im zweiten Falle wird auf reiner, feſter Unterlage bisweilen ein Sandkranz gebildet, dieſer in der Mitte mit gebranntem Kalk ausgeſchüttet. Ueber dieſen wird Waſſer ausgegoſſen; derſelbe dann zum Zuſammenhalten der Hitze mit dem Sande überſchaufelt. Endlich wird alles tüchtig durcheinander gearbeitet.

Die Erhärtung des fetten Kalkes im Luftmörtel erfolgt durch Wiederaufnahme der Kohlenſäure aus der Luft. Dieſer Erfolg geht ſehr langſam von ſtatten, ſo daß man 30 Jahre alten Mörtel noch *jung* zu nennen pflegt. Vicat fand ſo alten in feuchtem Grunde noch friſch. A. a. O. erwähnte ich ſchon des in einem ſehr dicken Thurmgemäuer in Berlin faſt 100 Jahre alten, noch weichen Mörtels, der beim Abtragen des Thurmes erſt mit der Luftberührung ſchnell erſtarrte. Die Erhärtung des Luftkalkes durch Wiederſäuerung wird als eine (verworrene) Kriſtalliſazion angeſehen. Accum ſagt: Man bemerkt oft mit bloßen Augen auf der Oberfläche ſehr alter Mörtelmaſſen eine Anhäufung kleiner Kriſtalle, die ſich dem bewaffneten Auge deutlich zeigen. Die Erhärtung und den Uebergang aus dem ätzenden in den kohlenſauern Zuſtand des Kalkes kann man, nach Vicat's Bemerkung, bei farbigen Kalkarten an der Veränderung, welche die äußere Rinde der Mörtelmaſſe (durch Aenderung des Haufzuſtandes) erleidet, deutlich ſehen, wenn man die Kalkmaſſe durchſchneidet. Die äußere Rinde zeigt ſich dann viel dunkler als der Kern; bei farbloſen aber härter. Rondelet's unten angeführte Verſuche zeigen, wie die Mörtelhärte von 18 Monaten an bis nach 15 Jahren zunahm.

Uebrigens berufe ich mich hier auf §. 138, wo ich zu beweiſen ſuchte, daß im Luftmörtel nur zerſtreut einzelne Kalkſteinmoleküle (kohlenſauere Kalkſtäubchen) entſtehen, die dann, wie Zämentſtäubchen, ſich mit einer Kalkbreirinde umgeben, und dieſe auf eine verhältnißmäßige Dicke binden, wie z. E. Eiſen bei der Verzinnung ꝛc. ꝛc.

Sieht man in der Erhärtung des Luftmörtels eine Kriſtalliſirung, ſo iſt begreiflich, daß dieſe vollkommener vor ſich geht, alſo der Mörtel deſto härter wird, je langſamer und ungeſtörter ſie erfolgt. Wenn alſo auch, wie Hr. Hofr. *Fuchs* behauptet, der Froſt auf nicht ſehr naſſen Kalk nicht ſchädlich einwirkt, ſo kann dieſe Vorausſetzung offenbar nur für den (nicht leicht möglichen) Fall gelten, daß durch die darauf folgende Wiederaufthauung die angenommene Kriſtallrichtung der Moleküle nicht zum Nachtheile wieder geſtört werde. Ich bemerkte ſchon früher (Handb. für Baumſtr.), daß *andauernder* Froſt vielleicht nicht ſchade, vielmehr vielleicht Kriſtalliſirung — beſtimmte, geſetzmäßige Molekül-Lage, ſomit größere Härte — befördere. Ohne Zweifel muß aber der Mörtelzuſammenhang leiden, wenn durch Wechſel von Froſt und Aufthauung die Kriſtalllage der Beſtandtheile vor ihrer Feſtlage geſtört wird.

§. 166.

Bereitung des Schnellmörtels,
(Waſſer-, hidrauliſchen Mörtels).

Schnellmörtel iſt Sand mit Zäment, in Waſſer, Feuchtigkeit und freier Luft brauchbar (erhärtend).

Im Mengverhältniſſe des Sandes und Zämentes, wobei letzteres *mehr*, oder *gerade ſo viel*, oder *weniger*, als die Sandzwiſchenräume betragen kann, kommt es an:

1) Auf Dauer und Widerſtand der Sandkörner gegen die vorkommenden, zerſtörenden Einwirkungen auf denſelben, alſo gegen Erweichen, Zermalmen ꝛc.;

2) Auf Dauer und Größe des Zuſammenhaltes des Zämentes (in ſich ſelbſt);

3) Auf Dauer und Größe des Anhaltes des Zämentes am Sande.

Bedenkt man, daß Uebermaaß ſowohl als Mangel (das Zuwenige) an Zäment im Vergleiche zur Sandzwiſchenraumgröße in ſtetiger Abſtufung fortgehen kann; daß Dauer und Größe der Haltkräfte der Sande und Zämente, in ſich ſelbſt und an einander, an ſich ungemein verſchieden, noch durch äußere, unendlich verſchiedene Einflüſſe: fließendes oder ſtehendes Waſſer, Trockenheit, Näſſe ꝛc., alle in verſchiedene Abſtufungen, beſtändig oder manchfaltig abwechſelnd, ungemein verſchieden ſich darſtellen werden; daß die Haltkräfte gegen Reiben, Reißen, Stoßen, Druck ꝛc. von der Zeit abhängig ſind, mit der Zeit zunehmen, wogegen die der Sandkörner dagegen auch wohl abnehmen kann ꝛc. ꝛc., ſo muß zugeſtanden werden, daß das unnennbar Vielfache des Erfolges nicht zu überſchauen iſt.

Im Allgemeinen gelten aber folgende Lehrſätze über das Mengverhältniß:

1) Hat der Sand an Dauer und Haltkraft ſeiner Theile Vorzug vor dem Zämente, ſo iſt

a) der (innere) Zuſammenhalt des Zämentes (in ſich ſelbſt) größer und dauernder als deſſen Anhalt am Sande, oder

b) umgekehrt: dieſer Anhalt zwiſchen Sand und Zäment iſt größer als der (eigene) Zuſammenhalt im Zämente.

In jedem Falle müſſen die Sandzwiſchenräume mit Zäment wenigſtens voll ausgefüllt werden; aber nur im erſtern Falle a) darf ein Uebermaaß an Zäment — eine Ueberfüllung der Sandzwiſchenräume damit — ſtatt finden, im 2ten Falle b) aber muß die Mengung geſättigt — neutral — werden, d. h., die Zwiſchenräume müſſen dadurch gerade ausgefüllt ſein.

In Abſicht auf Güte (Werth) des Mörtels ſollte im erſten Falle a) gar kein Sand zugemengt werden. Dieſe Zumengung iſt nur zur Minderung des Preiſes zuläſſig und ihr Nachtheil deſto geringer, je weniger der Sand beträgt, am größten, wenn nur deſſen Zwiſchenräume erfüllt werden, wobei das minimum an Zäment verwendet werden muß. Im Allgemeinen werden nemlich die Sande wohlfeiler ſein als Zämente, wobei dennoch Ausnahmen möglich ſind.

Steht der Sand in Abſicht auf Dauer und Zuſammenhalt (der eigenen Beſtandtheile) dem Zämente nach, ſo ſchadet er im Verhältniſſe ſeiner Zumengung, die dann wieder nur aus Berückſichtigung des geringern Preiſes zuläſſig werden kann.

2) In Anſehung der Mengungen von Sanden verſchiedener Korngröße oder fortſchreitender Mörtelbildung mit immer gröberm Sande, bis zum Grobmörtel — béton d. Franz. — gilt das, was ich hierüber oben §. 161 ausſprach, näher beſtimmt durch Rückſicht auf das ſo eben hier Geſagte. Dabei wird man immer auf die (für einen Zweck und beſondere Umſtände nöthige) Güte (den Werth), dann auf den durch die Baumittel bedungenen Preis des anzufertigenden Mörtels zu ſehen haben.

Uebrigens kommt es bei Bereitung des Schnellmörtels vorzüglich noch an:

1) auf die genaueſte, gleichmäßigſte Mengung der Beſtandtheile durch Schlagen, Stampfen, Rühren, Treten ꝛc.

2) auf die Wahl der Beſtandtheile in Abſicht auf Güte;

3) auf die Behandlung des Sandes, beſonders des Zämentes, in Abſicht auf Steifheit des Taigbeſtandes (Feuchtigkeitsgrades ꝛc. ꝛc.); überhaupt

4) auf Beobachtung und Benutzung alles deſſen, was nach einer durch Erfahrung begründeten Theorie auf das Verhalten des Mörtels Einfluß hat.

§. 167.

Fortſetzung.

Die Bereitungsart des Schnellmörtels wird in mehren Schriften beſchrieben. So beſchreibt Accum, nach Eitelwein u. A., die Bereitung des Traßmörtels in Holland, des Puzzolanmörtels u. ſ. w. Im Ganzen kommt es darauf an, daß:

1) die Maſſe ſo lange auf die zweckmäßigſte Weiſe durchgearbeitet werde, bis ſie in höchſt gleichmäßigem Zuſtande zum geſchmeidigen, nicht mehr körnigen, Taige, zähe und fett wie Butter, geworden iſt;

2) die durchgearbeitete, ſchnell erhärtende Maſſe ſogleich oder an jedem folgenden, aber höchſtens bis zum dritten, Tage verarbeitet werde;

3) die zu vermauernden Steinflächen vor der Speiſung mit Waſſer getränkt und geſättigt werden;

4) der vermauerte Traß ſogleich unter Waſſer komme, da er ſonſt in der Luft Riſſe erhält, die wieder ausgeſtrichen werden müßten.

Nachſtehende Beſchreibung eines höchſt zweckmäßigen Verfahrens iſt vom Hrn. Bauinſpektor Zimmermann (ſ. Crelle: Journal etc.). Hr. Zimmermann ſagt:

„Das Verfahren bei der Zubereitung des Mörtels iſt Folgendes: Auf einer feſten, dichten und wagrecht „abgeglichenen Unterlage von Bohlen oder Brettern, unter einem Dache, wird der zu einer gewiſſen Quantität „Mörtel nöthige Traß, in Form eines Ringes oder Kranzes, ausgebreitet. In den innern Raum dieſes Ringes „wird der zu dem Mörtel nöthige Kalkbrei geſchüttet, mit dem Traſſe vom Rande überdeckt, und bald nach der „Mitte zu in einen Haufen zuſammengeſchlagen, bald wieder mit Schaufeln ausgebreitet. Nachdem ſolches „mehre Male geſchehen, und der rohe Mörtel von neuem auseinander gebreitet iſt, faſſen ſich die Arbeiter zur „gegenſeitigen Unterſtützung bei den Händen, oder ſtemmen ſie auch wohl in die Seiten, und durchtreten ſo nach „verſchiedenen Richtungen dieſe Maſſe, während ein Arbeiter den am Rande zu weit verbreiteten Mörtel mit „der Schaufel aufnimmt und wieder nach der Mitte zu wirft.

„Die Arbeit endigt damit, daß die Arbeiter den Mörtel, nachdem ſie ihn kreisförmig ſo weit und ſo „dünn als möglich auseinander gebreitet, dicht aneinander ſtehend, ſo daß der Fußtritt des einen faſt in den des „andern trifft, in engen und immer engern Kreiſen, die Mitte aber einzeln, durchtreten. Iſt ſolches wiederholt „geſchehen, ſo erhält man einen überaus gleichförmig gemiſchten, geſchmeidigen Mörtel, der in der Bereitung „nichts zu wünſchen übrig läßt.

„Da aus vorher anzuſtellenden Verſuchen die Quantität des Mörtels bekannt iſt, welchen man aus einer „gewiſſen Menge Traß und Kalkbrei erhält, ſo können die Arbeiter leicht kontrolirt werden, und es iſt nicht „wohl ein Unterſchleif oder Erleichterung durch Zuſatz von Kalkbrei möglich, wenn man nur darauf ſieht, daß, „außer der Feuchtigkeit, welche der letztere enthält, kein Waſſer weiter zugegoſſen wird, was in keinem Falle er„laubt werden darf. Auf ſolche Weiſe hat man denn auch, was ſonſt ungewöhnlich iſt, die Bearbeitung des „Mörtels zu den Schleuſenbauen an der Lippe den Arbeitern unter beſtändiger Aufſicht eines vertrauten Knaben „ganz unbedenklich, und wie faſt immer bei ſolchen Unternehmungen, zum größten Vortheil für die Baukaſſe, „im Verdinge überlaſſen dürfen. Von dem Knaben iſt nur darauf geſehen worden, daß die auf einer Tafel „für gewiſſe Quantitäten Mörtel bezeichneten Ingredienzen ſorgfältig abgemeſſen und zum Mörtel verwendet „wurden, und daß die Zahl der zur Bauſtelle verabreichten Kubik-Fuße Mörtel gehörig notirt wurde. Den „Verdings-Arbeitern wurde für den Kubik-Fuß Traßmörtel 3 Pfennige, für den Kubik-Fuß Sparmörtel, aus „Traß und Sand, 4 Pfennige bezahlt; das Löſchen des Kalkes, wozu das Waſſer ebenfalls abgemeſſen und in „den Kalklöſchkaſten geſchüttet werden muß, ehe der Kalk hinzugethan wird, iſt mit einbegriffen. Die Arbeiter „verdienen hierbei zuweilen den anſehnlichen Taglohn von 16 bis 18 Silbergroſchen, indeſſen müſſen ſie, um die „Maurer-Arbeit nicht aufzuhalten und beſtändig Mörtel vorräthig zu haben, ihre Arbeit ſchon Morgens „um zwei oder drei Uhr beginnen und damit ununterbrochen, auch den Mittag über, bis Abends ſechs Uhr „fortfahren. Es muß ſorgfältig darauf geſehen werden, daß Abends kein Mörtel übrig bleibe, weil ein „ſolcher Reſt am folgenden Morgen nur mit großer Mühe und nur durch neue Bearbeitung geſchmeidig zu „machen iſt.

„Zu der Bereitung des Mörtels auf dieſe Weiſe gehört eine ſtarke und derbe Fußbedeckung, da der „Traßmörtel ungemein ätzend iſt, ſo daß den Maurern bei der Grundarbeit öfters die Finger bluten und ſie „ſich durch Handſchuhe ſchützen müſſen. Die in der hieſigen Gegend gewöhnlichen, hölzernen Schuhe kommen „hier den Arbeitern ſehr gut zu ſtatten, und müßten in andern Gegenden dazu beſonders angeſchafft oder durch „ähnliche erſetzt werden.“

Sonſt geſchieht das Schlagen des Traßmörtels mit Keulen, Schlageiſen, ſchweren Schaufeln, Thonſäbeln ꝛc. ꝛc., dabei aber mit viel mehr Zeit-, alſo Geldaufwand.

§. 168.

Grobmörtel (béton),

aus nuß- bis fauſtgroßen Geſchieben (Kieſeln, Grobſand) von Quarz und andern Geſteinen oder Abhauſeln und Trümmern von natürlichen Steinen oder Backſteinen ꝛc., mit (klärerſandigem) Schnellmörtel. Wenn Mörtel als künſtlicher Sandſtein zu betrachten iſt, ſo iſt béton eine künſtliche mit künſtlichem Sandſteine gekittete Brekzie oder ein Kunſt-Puddingſtein, neuerlich, beſonders in Frankreich ꝛc., zu Waſſerbaugründungen.

Die Feſtigkeit — die Stärke des Zuſammenhaltens — eines Mauerkörpers von beſtimmten Abmeſſungen hängt ab: 1) von der Güte der Steine und des Bindemittels an ſich, 2) vom Zuſammenhalte der Steine und des Bindemittels. Dieſer aber hängt ab: a) von der Größe der Anhaltkraft an ſich, abhängig von der Stoßart; b) von der Rauhheit der Bindefläche, welche die Größe dieſer bedingt; c) vom friſchen (nicht verwitterten) Beſtande, daher möglichſt großen, Halte der Oberflächentheile und ihrer Reinheit insbeſondere. Daher taugen nicht: Ziegelſchutt und andere alte Bauſteine mit anhängendem altem Mörtel, nicht dichte, glatte, verglaste Steine, nicht verwitterte, natürliche, oder zu wenig gebrannte, zerweichliche Backſteine ꝛc. ꝛc.

Was aber in allen dieſen Beziehungen vom Mauerwerke aus großen, unregelichen Steinen mit béton oder auch aus regelmäßigern Mauerſteinen mit Mörtel gilt, das gilt vom Grobmörtel (béton) aus kleinerem Geſteine und Feinmörtel, dann wieder vom Mörtel ſelbſt aus Sand (dem kleinſten Geſteine) und Zäment und endlich dieſem ſelbſt. Wie Zäment auf unterſter Stufe entſteht, ſo entſteht auf höherer der Mörtel, auf immer höherer der béton, endlich das Mauerwerk. Aber überall treten dieſelben allgemeinen Geſetze über Bindung ꝛc. ein. Wie ſich demnach das Zäment zum Mörtelſande verhalten ſoll und umgekehrt, ſo ſoll ſich der Schnellmörtel zum Geſteinſel des Grobmörtels verhalten.

Daher gelten zur Bereitung des Grobmörtels im Allgemeinen die ſchon entwickelten Regeln zur Bereitung des Schnellmörtels: in allen Fällen wenigſtens Ausfüllung der Zwiſchenräume der Geſchiebe mit Schnellmörtel; nur dann Geſtattung einer Ueberfüllung derſelben, wenn der Zuſammenhang des ausfüllenden Schnellmörtels nicht geringer iſt, als deſſen Anhang an das Geſteine, und der Preis es geſtattet; Auswahl der Beſtandtheile in Abſicht auf Dauer und Feſtigkeit; Rauhheit, Reinheit und Geſundheit der Geſteinoberflächen; gleichförmige Mengung u. ſ. w.

Die Zwiſchenräume des Grobmörtelgeſteines können mit Waſſer gemeſſen werden. Das Geſteinſel iſt vorher in Waſſer zu ſättigen. Dieſe Räume betragen meiſt ½ des Ganzen, wozu ⅙ an Umhüllungsmörtel zugegeben wird. Wird mit béton, deſſen Zwiſchenräume nicht voll ausgefüllt ſind, unter Waſſerbauen gegründet, ſo können Durchſtrömungen und daraus überhaupt Gefahren für die Baue entſtehen.

Zwar werden bei Bereitung des Grobmörtels die Beſtandtheile deſſelben: Geſteinſel, Sand, Zäment (Kalk mit Zäment) oft zugleich, oder vorher doch die des Schnellmörtels für ſich, weniger gleichmäßig zuſammengearbeitet. Allein es ſollte immer der ausfüllende Schnellmörtel für ſich ſchon aufs vollkommenſte bearbeitet werden. Hr. Bauinſp. Elsner beſchreibt ſein zweckmäßiges Verfahren (ſ. Crelle etc.) alſo:

„Man hatte drei Kalklöſchkäſten, von 12 Fuß im Quadrat, neben einander aufgeſtellt, worin die Bereitung des Béton's ſukzeſſive angefangen und fortgeſetzt wurde, ſo daß beſtändig Vorrath zum Verſenken da „war. Es konnten nur ¼ Schachtruthe oder 36 Kubikfuß béton, wozu 36 Kubikfuß zerſchlagene Ziegel und 21 „Kubikf. Traßmörtel gehörten, auf einmal bereitet werden; eine größere Quantität würde die Arbeit noch mehr „erſchwert haben. Der béton, der auch gleich nach der Verfertigung verſenkt werden mußte, würde zu ſehr erſtarrt ſein. Auf den Boden des Kaſtens wurde zuerſt eine Schicht von etwa 7 Kubikf. Mörtel ausgebreitet. „Dieſer Mörtel wurde mit einer Schicht von etwa 12 Kubikf. zerſchlagener Ziegel bedeckt, und es wurden die „Ziegel mit Holzſchuhen in den Mörtel eingetreten. Hierauf folgte eine zweite Lage Mörtel und eine zweite „von Ziegelſtücken, ganz wie die vorigen, und eine dritte ganz eben ſo. Sodann wurde dieſe rohe Béton-Maſſe „mittelſt ſtarker Schaufeln und Hacken, wie die der Ziegeleiarbeiter, von der einen Seite des Kaſtens nach der „entgegengeſetzten über einander gewickelt und zuletzt in einen Haufen nach der Mitte zuſammengeſchlagen. Dieſer Haufen wurde von neuem ausgebreitet und daſſelbe Verfahren von einer andern Seite des Kaſtens her und „ſo lange wiederholt, bis man ſah, daß alle Ziegelſtücke gänzlich vom Mörtel umhüllt waren, bis ihre Farbe „nicht mehr zu erkennen und in der Maſſe nirgend mehr ein leerer Raum war. Von den zerſchlagenen Ziegeln „iſt zu bemerken, daß, um die ſonſt ſehr ſchwierige Arbeit einigermaaßen zu erleichtern, zwar zugegeben werden

„darf, daß ſie mit Waſſer beſprengt, nicht aber daß ſie gänzlich durchnäßt werden, weil gerade die Trockenheit „der Ziegel vorzüglich den béton erſtarren macht."

Nach Hrn. Bauinſp. Elsner bereitet man in den Niederlanden den béton faſt nach Belidor's Beſchreibung. Unter einem Schupfen müſſen für größere Arbeiten hinlänglich viel kegelförmige Béton-Haufen von etwa 5' Höhe und 5' Durchmeſſer bearbeitet werden können, um die Arbeiter gehörig zu beſchäftigen. Der Schupfenboden wird mit Brettern oder Hauſteinpflaſter belegt. Dazu gehört ein Magazin zu Traß und Kalk.

Die Römer goßen aus Grobmörtel — aus Puzzolane und Bruchſtein- oder Backſteintrümmern — Gewölbe auf Rüſtungen, wozu vorher die Rippen aufgemauert wurden. Dieſes ſieht man am Koliſeum, in den Bädern des Titus, Karakalla, Dioklezian, beſonders in den weiten Trümmern der Adrian'ſchen Villa, wo noch die Rüſtbretteindrücke und das Schichtweiſe des Aufguſſes ſichtbar ſind.

Auch zu Fußböden fand der Grobmörtel Anwendung.

Hr. Bauinſp. Elsner in Koblenz bemerkt im Journ. f. Bauk. v. Crelle, daß Grobmörtel der Römer aus Steinen, Puzzolanerde und Kalk, der erſt nach der Mengung gelöſcht wurde, beſtehe; daß dem Mörtel, der die Sohle in den römiſchen Waſſerleitungen am Rheine, auch wohl einen Theil der Seitenmauern, wie in mehren Reſten des Kanals zwiſchen Köln und Trier, ausmache, kein Traß (Tuffa des Faujas-Saint-Fond) beigemengt zu ſein ſcheine; daß derſelbe das von Frontin, Columella, Vitruv erwähnte opus signinum ſein könne, bei deſſen Bereitung (weder nach Vitruv noch nach Plin. maj.) Puzzolanerde beigemengt worden zu ſein ſcheine.

Das 45' im Durchmeſſer haltende, 5' tiefe Baſſin auf einer Sandanhöhe der ſchönen Pfaueninſel bei Potsdam wurde auf eine 2' dicke Lage von Grobmörtel mit Ziegeln und Traß haltbar aufgemauert.

§. 169.

K i t t e.

Zu Mauerwerk, beſtändig in Waſſer: 5 Pf. Kalk, 2½ Pf. Ziegelmehl, ½ Pf. Hammerſchlag, ¼ Pf. Glaspulver, 2 Pf. Leinöl.

Zu Mauerwerk, bald naß, bald trocken: 5¼ Pf. Mehlkalk, 2½ Pf. feines Ziegelmehl, ¼ Pf. Glaspulver, 2 Pf. Leinöl.

Zu Geſchirren: 1 Thl. Mehlkalk, 1 Thl. feines Ziegelmehl, 4 Thl. Bleiglätte, alles dem Raume nach, mit Leinölfirniß zu Brei gerührt.

Kalk und Ziegelmehl müſſen ganz trocken ſein. Vom Oel, gewöhnlich vorher gekocht, nimmt man erſt ſo viel, daß beim Schlagen kein Staub entſtehe. Ein Mann ſchlägt täglich 10 Pf. Die geſtoßene Maſſe wird geſiebt, mit 1½ Pf. Oel zum ſteifen Taig geſtoßen, das übrige Oel gar zugethan.

Dieſe Maſſe wird einen ganzen Tag ſo geſchlagen, daß der breite Kuchen immer von allen Seiten wieder zuſammen gelegt und geſchlagen wird. Ueber 3 Tage darf man keinen Vorrath machen. Dieſer wird in feuchtem Papiere an friſchen Orten aufbewahrt. Beim Kitten des Mauerwerks werden die Fugen ganz getrocknet und zuvor einigemal mit Oel ausgeſtrichen, worauf der Kitt tief eingepreßt wird. Kleine, anfangs entſtehende Riſſe werden mit Oel beſtrichen und von Neuem verkittet. Graue und röthliche Farbe erhält man durch etwas Schwärze oder Bolus.

Guter Feuer- (heißer) Kitt wird alſo bereitet: 24 Loth Kolophonium (oder Pech), 3 Loth Wachs, 2 Loth Terpentin, 1 Loth geſtoßener Maſtix, 1 Loth Schwefel, eine Handvoll Ziegelmehl, werden auf Feuer in einem Topfe zerlaſſen und fleißig umgerührt. Soll der Kitt ſogleich gebraucht werden, ſo müſſen die Fugen mit glühenden Kohlen oder einem glühenden Eiſen heiß gemacht werden. Dann wird die Maſſe glühend eingegoſſen. Von dieſem bei platt liegenden Steinen anwendbaren Feuerkitte kann man Vorrath machen, in Stücken aufheben und beim Gebrauche ſchmelzen.

Zur Verdichtung der Fugen zwiſchen Kupfer und Sandſtein tauglicher Kitt ſoll aus 7 Thl. Mennige, 3 Silberglätte, 3 Bolus, 1 Glaspulver, 2 Firniß beſtehen.

Eiſenkitt: 1 Pf. fein geſiebte reine Eiſenfeilſpäne, 1 Loth Salmiak, 1 Loth Schwefelblumen. Man knetet die Miſchung mit Waſſer an, und braucht ſie bei geſprungenen eiſernen Oefen. In Frankreich nimmt man zum Eiſenkitt: Eiſenfeile, Knoblauch und Eſſig. Man ſchließt damit die Steinfugen der Terraſſen; Gewölbe, Keller, Fußtritte der Straßen ꝛc. Knoblauch iſt aber unnöthig. Eſſig wird erſetzt durch Waſſer mit Schwefelſäure. Das Eiſen oxidirt ſich, bläht ſich auf und ſchließt die Fugen.

In England bedient man ſich zur Verſtopfung der Fugen bei Dampfmaſchinen folgenden Kittes: 2 Pf. Eiſenfeilſpäne, 1 Unze gepulverten Salmiaks, 1 Unze Schwefelblumen, mit Waſſer geknetet, friſch gebraucht. Kochſalz und heißer Kalk, mit Waſſer geknetet, ſollen harten, dauerhaften Kitt liefern; z. E. zu Gasbeleuchtungsvorrichtungen ꝛc.

Dihl's (eines Teutſchen) Kitt (Mastic Dihl genannt) verbindet nicht nur Stein, ſondern auch Eiſen, Holz, Blei, Glas ꝛc. Der Erfinder fertigt daraus in Paris 3‴ dicke Platten zum Decken der Häuſer, beſtehend aus einem Drahtnetze, beiderſeits mit Kitt. Er nennt ſie elaſtiſche. Sie dienen zu Fußböden im Feuchten ꝛc. Damit wurde ein großer Theil der Wände der kleinen Begräbnißgruft von S. Denis (Vorſtadt) bekleidet. Von 1812 bis 1824 erhielt ſich im Garten der Tuilerien ein innen und außen damit überzogener hölzerner Kübel ganz gut.

Eine Abhandlung über Kitt ſ. Münchner Kunſt- u. Gewerbsblatt. Num. 23. Jahr 1816, v. Buchner.
„Imhof erhielt Brocken einer Kittmaſſe aus einem alten Feſtungsbaue zu Würzburg zur Prüfung, weil der
„gewöhnliche Kitt aus ſchwarzem Pech, Ziegelmehl, Schmiedſchlacken und Leinöl unter Erde faule ꝛc., während
„jener über 100 Jahre gedauert habe. Buchner beſorgte die Prüfung. Der Kitt, war 3,5 ſchwer, braun, im
„Bruche uneben, ſichtbar zuſammengeſetzt. Man unterſchied glänzende Quarzkörner oder Glastheile. Die Maſſe
„war hart, ſchwer zerreiblich, wurde vom Magnet gezogen; die Feile gab ihr Metallglanz. Es fanden ſich
„darin: 10,00 Waſſer; 11,17 kalkartiger (?) Kieſelſand mit wahrſcheinlich beigemengtem Glaspulver. Der Ver-
„luſt von 17,02 kam auf Rechnung des Sauerſtoffes des Eiſens ꝛc. Es iſt eine uralte Erfahrung (?), daß die
„Maſſen mit metalliſchem Eiſenprotoxid die unzerſtörbarſten Waſſerkitte geben. Die Brauchbarkeit der Puzzolane
„liegt im Eiſengehalte (?), der ſich mit Oxigen und Waſſer zur feſten Maſſe (Eiſenhidrat) verbindet. Dadurch

„nimmt dieſe zu, die Theilchen nähern ſich, backen mit zunächſten fremden Theilchen zuſammen; zuletzt bleibt „eine rothbraune, ſteinartige Maſſe, welche fernern Einwirkungen des Waſſers und der Luft widerſteht.

Ueber dieſe ältere Anſicht vergleiche man aber die neuern Verſuche, beſonders das, was §. 156. geſagt iſt. Es heißt ferner:

„Wenn man alſo Hammerſchlag oder Eiſenfeilſpäne glühet, in Waſſer ablöſcht, zu Pulver mahlt, mit „Kalk, Sand, Glaspulver, Ziegelmehl, Schlackenpulver ꝛc., mit Waſſer, oder ohne Kalk mit Eſſig, zu Mörtel „anmacht und dieſe Maſſe in die Fugen, welche für Waſſer undurchdringlich werden ſollen, feſt einſtampft, ſo „verſteinert ſie ſich, wie die vom Feſtungsbau zu Würzburg. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß Pech, Oel oder „eine andere die Oxidation aufhaltende Maſſe in ihrer Miſchung war, vielmehr ſcheint ſie mit Eſſig zu einem „Mörtel angemacht worden zu ſein.

„Solcher Kitt bindet nicht augenblicklich, er verſteinert ſich erſt durch lange Einwirkung des Waſſers und „der Luft, hat aber den Vortheil, daß er nicht auszutrocknen braucht, ehe man ihn unter Waſſer ſetzt. Wenn „auch anfangs Waſſer durchſickert, ſo dauert das nicht lange; denn eben das durchdringende Waſſer gibt „den Stoff zur Verſteinerung (?).“ Buchner machte Verſuche:

1) Mit 6 Thl. Eiſenfeilſpänen, 1 geglühten, feinen Kieſelſand, 1 gepulverten, friſchen Kalk, alles mit Waſſer zu ſteifem Mörtel angemacht;

2) mit 6 Thl. Eiſenfeilſpänen, 1 geglühten Kieſelſand, mit Eſſig zum ſteifen Mörtel gemacht. Anderen Verſuchen ſetzte er gebrannten Thon zu. Die Verſuche entſprachen.

De la Hire ſagt (Abh. d. k. Akad. d. Wiſſenſch.) es ſei kein undurchdringlicherer Mörtel für Waſſer, als aus Eiſen, Weineſſig, Salz. Ob Salz nütze, iſt nicht ausgemacht. John nennt dieſes Kittrezept ungereimt.

Im Münchn. K. u. Gew. Bl. Num. 37., J. 1818, findet man Nachricht von der Hamelinſchen zämentartigen Maſſe: als Kitt, zur Verfertigung künſtlicher Steine, zu Verzierungen, Bildſäulen ꝛc. brauchbar. Hamelin erhielt 1717 hierauf ein Patent. Seine Zämentmaſſe ſoll leicht mit und auf jedem (?) Stoffe binden, ſich formen laſſen und an der Luft erhärten.

Der Erfinder nimmt 1 Thl. feinen Kieſelſand, gepulvertes Porzellan oder Steingut und mengt damit ⅓ Roggen- oder andere Steine gleicher Beſchaffenheit. Auf 560 Pf. des Steinpulvers nimmt er 40 Pf. gepulverte Bleiglätte, 2 Pf. Glaspulver oder Feuerſtein, 1 Pf. Mennig, 2 Pf. Bleiaſche. Alles wird durch eine Maſchine gemengt, durch eine Beutelmaſchine geſchlagen, vorher auch wohl mit einem Farbeſtoff gemengt. Es werden 605 Pf. dieſes Pulvers mit 5 Gallonen (zu etwas über 4 baj. Maaßen) Lein- oder Nußöl geknetet, oder bis zum Anſehen eines feinen Sandes getreten. Nach einem Tage wird die Maſſe zur Verarbeitung zu feſt. Die Formmodelle werden mit Leinöl eingerieben. Zu kittende Flächen müſſen ſorgfältig abgebürſtet, dann mit gekochtem Leinöl beſtrichen werden. Der Kitt kommt nur in dünnen Lagen in die Fuge.

Buchner bemerkt: Dieſer Mörtel ſei nur der Thenard'ſche, deſſen Vortrefflichkeit ſich erprobt habe; denn Kieſelſand, Roggenſtein, Glaspulver laſſen ſich erſetzen, am beſten durch Ziegelmehl; Bleiaſche und Mennige ſeien überflüſſig. Thenard gibt (Traité de chimie élém. th. et pr. II. 225.) folgende Vorſchrift: Man menge 93 Thl. Ziegelmehl, 7 Thl. feingeſtoßene Bleiglätte und mache dieſes Pulver mit Leinöl zum dicken Brei. Dieſe Maſſe, im Beſtande eines weichen Gipſes, wird ſo aufgetragen und ſo hart, daß ſie Eiſen ritzt (?). Thenard empfiehlt, die zu kittenden Steinflächen vorher mit Waſſer mittelſt eines Schwammes zu befeuchten. Nach 3 — 4 Tagen iſt die Erhärtung vollendet. Kleine Ritze werden mit der nemlichen Maſſe wieder ausgebeſſert.

v. Wiebeking beſchreibt einen beim Wehrbau in München angewendeten Pechkitt, der geſchmolzen in warm gemachte Steinfugen eingelaſſen wird. Das ganze Geheimniß beſteht darin, Feinſand und Staub mit Harzſtoffen zuſammen zu backen. So nahm man für die Fugen auf dem Marmordache des Domes zu Mailand (wo man eine herrliche Ausſicht auf die Alpen hat) folgende Miſchung: 96 Unzen Marmorſtaub, 16 Unzen Pech, 4 Unzen venedigſchen Firniß, über Feuer zerlaſſen. Die zu kittenden Marmorplatten wurden dabei erwärmt.

Vicat gab einen Pechkitt — Mastic résineux genannt — an, worüber Prony, Gay Lussac und Girard berichteten: die Anwendung des Asphaltes ſei bei Aufführung der Mauern von den älteſten Geſchichtſchreibern beurkundet und man habe vor einigen Jahren den zu Seissel, Dép. d. l'Ain, befindlichen zu ſolchem Gebrauche vorgeſchlagen; da aber derſelbe ziemlich theuer ſei, ſo habe Hr. Vicat die Idee, denſelben durch künſtliche Miſchungen zu erſetzen. Dazu gebraucht dieſer Theer, und, wenn derſelbe kocht, ſo werden pulveriſirte (zerſtäubte) Ziegel oder Scherben von gebrannten Gefäßen, Kalkmehl oder zerſtoßene Kieſel, Hammerſchlag, Holzaſche, Thonerde oder Pflanzenerde hinzu gethan; 16 Thl. Theer und 28 Hammerſchlag gaben einen ſolchen ſehr guten Kitt.

Dieſe Kitte ſind in flüſſigem Zuſtande zu Eſtrichen brauchbar, wenn man ſie auf eine Unterlage von Quarzſand, Puzzolane, dorniſche Aſche, Ziegelſand, Glas-, Topf-, Porzellanſcherben ꝛc. ausbreitet, da ſie noch warm ſind, und ſie mit Marmorſtaub, Kalk- und Gipspulver, oder mit Holzaſche zum Auftrocknen beſtreut.

Nach Rich. Willms (ſ. Repertory of arts and man. 1784) geben 84 Thl. Sand, 12 Kalk, 10 Waſſer, 4 friſche ausgepreßte Käſemaſſe einen guten Mörtel. A. a. O. werde ich über den Kitt aus Käſe und Kalk (Käſeleim der Tiſchler) ſprechen. Nach Guiton d. Morveau gaben 4 Thl. blauer Thon, 6 Braunſteinpulver, 90 gebrannter Kalk, 60 Sand guten Mörtel. Von den Thonkitten ſprach ich §. 21. In Würzburg bereiten die Maurer ihre Kitte (z. E. zu den Abtrittsröhren) gewöhnlich aus Kalk und Schiffstheer. Dieſer ſoll zuvor in Waſſer ausgekocht werden. Dieſer Kitt muß im Trocknen erhärten. Vom Gipskitte a. a. O.

Nur *geſchichtlich* will ich die von Palladius u. A. angegebenen Kitte der Alten hier anführen:

A) in *kaltem Waſſer*: 1) Theer, gleich viel Fett oder Talg in einem Topfe gekocht, bis zum Schäumen. Nach der Erkaltung bröckelt man Kalk hinzu und miſcht Alles. Riſſe und Lücken werden hiermit ausgeſtrichen. 2) Ochſenblut, friſcher Kalk, Hammerſchlag, im Mörſer zu Pflaſter geſchlagen. 3) Geſiebte Aſche mit geſchmolzenem Talg, zur Hemmung des Durchſickerns des Waſſers durch Ritze.

B) in *warmem Waſſer*: 1) Harz, gleichviel weißes Wachs, eben ſo viel Werg und Theer, geſtoßene Scherben und Kalk, zum Verſchmieren der Ritze. 2) Aufgelöstes, ammoniſches (?) Harz, eine Feige, Werg, Theer, im Mörſer geſtoßen. Man löſe 3) das ammoniſche (?) Harz mit Schwefel über Feuer auf und gieße das Gemiſche in die Ritze; oder 4) zerlaſſe ammoniſches Harz über gewöhnlichem Harze mit weißem Wachſe, ſchmelze die Maſſe; oder 5) beſchmiere die Oeffnungen mit friſchem Kalk, mit Oel angemacht, hüte ſich, zugleich Waſſer zuzulaſſen; oder 6) miſche zu Ochſenblut und Oel friſchen Kalk; oder 7) ſtoße im Mörſer eine Feige, Harz, getrocknete Auſterſchaalen; oder 8) nehme (nach Plinius) friſchen Kalk in Wein gelöſcht und ſtoße ihn mit Schweinfett und einer Feige, und beſtreiche mit dieſer Maſſe die Stellen, vorher mit Oel eingerieben, zum Zweitenmale.

§. 170.
Feſtigkeit des Mörtels.

Man muß, zur Beſtimmung der Feſtigkeit einer Mauer, die der Mauerſteine, dann den Zuſammenhalt des Mörtels in ſich und den Anhalt deſſelben am Mauerſtein wiſſen. Nur die kleinſte dieſer drei Größen kommt in Betracht; der Ueberſchuß der zwei übrigen iſt als verloren zu betrachten. Daher iſt es in jedem Falle Aufgabe, die kleinſte und kleinere derſelben der größeſten vor Allem näher zu bringen.

Da der Zuſammenhalt des Mörtels, der, wie ſchon geſagt, an ſich ebenfalls ein Mauerwerk iſt, ebenfalls vom Anhalte des Zäments am Sande abhängt, ſo kommt es durchaus in der Hauptſache darauf an, den Anhalt zwiſchen Kalk und Mauerſteinmaſſe (Staub im Zäment, Sand im Feinmörtel, Geſteinſel im Grobmörtel, Mauerſtein im Mauerkörper) im höchſt möglichen Grade zu bewirken. Die Grundſätze hierzu ſind nach dem Stande unſeres heutigen Wiſſens im Vorhergehenden vollſtändig entwickelt.

Wir wiſſen, daß dieſer Anhalt als ſogenannte abſolute Feſtigkeit ſich verhalten müſſe,

1) wie die Kraftgröße auf einer beſtimmten Flächeneinheit,
2) wie die Rißflächengröße.

Die Kraftgröße auf der Flächeneinheit hängt von der Art der Mauerſteinmaſſe, vom Mauerſteine bis zum Zämentſtaube herab, abgeſehen von der zweckmäßigſten Behandlung ꝛc., ab. Der Kalk (rein, an ſich) iſt ſich immer gleich.

Die Rißflächengröße iſt aber nicht allein durch ihren Umfang beſtimmt; das wäre nur bei vollkommen glatten und ebenen Flächen der Fall; ſondern vorzüglich durch ihre innere Geſtalt — den Grad ihrer Rauhheit, welche den Rißflächeninhalt bei beſtimmter Umgränzung verhältnißmäßig mehrt. In Abſicht auf den Zuſammenhalt des Kalkes oder Zämentes (Kalk mit Zämentſtaub) mit dem Sande kommt es daher nicht allein auf die Art, ſondern auch auf Größe und äußere Geſtaltung der Sandkörner ꝛc. an. Man kann wohl annehmen, daß alle Oberflächen der Erhöhungen und Vertiefungen des Betongeſteinſels innerhalb der Gränze einer Fugenfläche ſechsmal ſo groß ſei, als dieſe Fugenfläche als eben betrachtet. Dadurch wird, unter übrigens gleichen Umſtänden, der Anhalt auch verſechsfacht.

Ueber Feſtigkeit der Mörtel verdanken wir Hrn. Bauinſpektor Zimmermann die im Crelle'ſchen Journale mitgetheilten Verſuche in der hier folgenden Tabelle.

Num.	Kalkart zum Mörtel.	Alter des Mörtels.		Beſtandtheile des Mörtels.							Bemerkungen.
		Wochen.	Tage.	Traß von Brohl.	Künſtliche Puzzolane.	Ziegelmehl.	Gebrannter Thonſchiefer.	Feinkörniger Flußſand.	Kalkbrei.	Durchſchnittl. Gewicht, welches einen rhnl. □Zoll des Mörtels zerreißt. Preußiſche Pfunde.	
	A. Mörtel aus unvermiſchtem reinem Traß von Brohl bei Andernach und Kalkbrei (ſogenanntem reinem Traßmörtel).										
1	Natürlich-hidrauliſcher Kalk, friſch gelöſcht	7	5	1	—	—	—	—	0,6	70,04	Der Kalk iſt von Wallſtädde, auf dem rechtſeitigen Ufer der Lippe bei Ham, und führt den Namen Waſſerkalk mit Recht.

Num.	Kalkart zum Mörtel.	Alter d. Mörtels. Wochen.	Tage.	Beſtandtheile des Mörtels. Traß von Brohl.	Künſtliche Puzzolane.	Ziegelmehl.	Gebrannter Thonſchiefer.	Feinkörnigter Flußſand.	Kalkbrei.	Durchſchnittl. Gewicht, welches einen rhnl. □Zoll des Mörtels zerreißt. Preußiſche Pfunde.	Bemerkungen.
2	Natürlich-hidrauliſcher Kalk, friſch gelöſcht	7	4	1	—	—	—	—	0,6	77,64	Lippſtadt desgleichen.
3	Etwas hidrauliſcher Kalk, aus der Gegend von Halle bei Bielefeld, desgleichen	8	4	1	—	—	—	—	0,6	59,53	
4	Gemeiner, fetter Kalk, friſch gelöſcht	8	5	1	—	—	—	—	0,6	67,24	
	B) Spaarmörtel aus Traß von Brohl bei Andernach und feinkörnigem Flußſand										
5	Natürlich-hidrauliſcher Kalk, friſch gelöſcht	7	5	0,4	—	—	—	0,6	0,48	51,41	Waſſerkalk v. Wallſtädde, wie zuvor.
6	Desgleichen	7	4	0,4	—	—	—	0,6	0,48	48,03	Desgleichen v. Sünninghauſen.
7	Etwas hidrauliſcher Kalk, friſch gelöſcht	8	4	0,4	—	—	—	0,6	0,48	29,06	Von Halle bei Bielefeld.
8	Gemeiner, fetter Kalk, friſch gelöſcht	8	5	0,4	—	—	—	0,6	0,48	23,05	
9	(Desgleichen durch das Beſprengen mit Waſſer gelöſcht, vergleichungsweiſe)	7	5	0,5	—	—	—	0,5	0,48	(21,19)	
10	(Desgleichen als Kalktaig, Ein Jahr lang in der Grube aufbewahrt, vergleichungsweiſe)	7	5	0,5	—	—	—	0,5	0,48	(16,86)	
11	Desgleichen durch das Zerfallen an der Luft gelöſcht	7	5	0,5	—	—	—	0,5	0,48	39,15	
	C) Mörtel aus unvermiſchter, künſtlicher Puzzolane der Hrn. Buſchius und Comp. zu Berlin.										
12	Künſtlich-hidrauliſcher Kalk aus der Fabrik von Buſchius und Comp. zu Berlin	7	4	—	1	—	—	—	0,4	55,00	Der Kalk war vier Monate alt und wurde auf die gewöhnliche Art gelöſcht.
13	Desgleichen	7	4	—	1	—	—	—	1/3	66,05	Desgleichen.
14	Desgleichen	11	3	—	1	—	—	—	1/3	71,44	Desgleichen.
15	Natürlich-hidrauliſcher Kalk, friſch gelöſcht	7	4	—	1	—	—	—	0,4	32,94	Waſſerkalk von Sünninghauſen.

Num.	Kalkart zum Mörtel.	Alter des Mörtels. Wochen.	Alter des Mörtels. Tage.	Beſtandtheile des Mörtels. Traß von Brohl.	Künſtliche Puzzolane.	Ziegelmehl.	Gebrannter Thonſchiefer.	Feinkörniger Flußſand.	Kalkbrei.	Durchſchnittl. Gewicht, welches einen rhnl. □Zoll des Mörtels zerreißt. Preußiſche Pfunde.	Bemerkungen.
16	Gemeiner, fetter Kalk, ein Jahr lang in der Grube als Taig aufbewahrt	7	4	—	1	—	—	—	0,4	33,60	
	D) Spaarmörtel von künſtlicher Puzzolane aus der Buſchius'ſchen Fabrik, mit feinkörnigem Flußſande gemiſcht.										
17	Künſtlich-hidrauliſcher Kalk, von Buſchius	7	4	—	0,44	—	—	1	$^2/_3$	30,66	Der Kalk war vier Monate alt und wurde auf die gewöhnliche Art gelöſcht.
	E) Mörtel aus Ziegelmehl, durch ein feines Haarſieb geſiebt, allein oder in Vermiſchung mit Sand.										
18	Natürlich-hidrauliſcher Kalk, friſch gelöſcht (von Wallſtädde)	7	5	—	—	1	—	1	1	33,41	Das Ziegelmehl iſt von ſehr gut ausgebackenen rothen Mauerziegeln einer Feldziegelei (zu Keßler).
19	Desgleichen	10	—	—	—	2	—	—	1	29,94	Das Ziegelmehl von mittelmäßig harten Ziegeln, eben daher.
	F) Mörtel aus gebranntem Thonſchiefer, welcher, einer ſtarken Steinkohlenhitze ausgeſetzt, in bräunlich-gelben Blättern ſich abzulöſen anfing, fein pulveriſirt und geſiebt.										
20	Natürlich-hidrauliſcher Kalk, friſch gelöſcht	7	4	—	—	—	1	—	0,4	22,65	Der Kalk iſt der ſogenannte Waſſerkalk von Sünninghauſen bei Lippſtadt.
21	Künſtlich-hidrauliſcher Kalk aus der Fabrik von Buſchius und Comp.	7	4	—	—	—	1	—	0,4	26,50	Der Kalk iſt 4 Monate alt und auf die gewöhnliche Art gelöſcht.

„Aus (den gedachten) Gründen iſt bei dieſen Verſuchen die Feſtigkeit der Mörtelarten nur für das ge„ringe Alter von kaum acht Wochen, zuweilen von acht Wochen und einigen Tagen darüber, berückſichtigt; „nach Jahresfriſt iſt ſie bei weitem größer, ſo daß von einem Traßmörtel, nach dem Miſchungsverhältniſſe, wie „dasjenige Num 1. und aus demſelben Kalktaige bereitet, wobei aber der Kalk ein Jahr lang an der Luft zer„fallen, ſtinkend und röthlich von Farbe war und gänzlich verdorben ſchien, die abſolute Feſtigkeit nach Verlauf „von $12\frac{1}{2}$ Monaten dennoch durchſchnittlich $127{,}_{91}$ Pfund, nach dem einen Verſuche ſogar $159{,}_{78}$ Pf., von Spaar„mörtel nach dem Verhältniß Num. 2. und aus demſelben zerfallenen Kalke bereitet, durchſchnittlich $80{,}_{88}$ Pf. „auf den Quadratzoll betrug.

„Der damals am mehreſten in der Feſtigkeit zurückgebliebene Traßmörtel Num. 3. hatte nach Verlauf „von $14\frac{1}{2}$ Monaten bereits eine Feſtigkeit von $108{,}_{37}$ Pf., der Spaarmörtel Num. 7. von $71{,}_{61}$ Pf. und der „Ziegelmehlmörtel Num. 19., Ein Jahr alt, eine Feſtigkeit von $87{,}_{24}$ Pf. auf den Quadratzoll erlangt. Bemerkens„werth iſt, daß die Feſtigkeit des Mörtels Num. 18., welcher aus Ziegelmehl mit Sand gemiſcht bereitet wurde, „nach einem Jahre kaum 44 Pf. betrug.

„Bei meinen Verſuchen habe ich theils die reſpektive Feſtigkeit oder den Widerſtand gegen das Zerbrechen, „theils die abſolute Feſtigkeit der einzelnen Mörtelkörper ermittelt, und durch das Zurückführen der erſtern auf „die letzteren im Wege der Rechnung, eine den Umſtänden nach ziemlich gute Uebereinſtimmung gefunden. Da „indeſſen der Apparat zur Ausmittelung der reſpektiven Feſtigkeit ſchon etwas zuſammengeſetzter, auch die abſo„lute Feſtigkeit nur immer die geſuchte, der Widerſtand gegen das Zerbrechen aber relativ iſt, ſo will ich hier „nur der einfachen Vorrichtung, deren ich mich bedient, um die erſtere zu finden, gedenken.

„Ich ließ nemlich die bereitete Mörtelprobe in mehrere, zuweilen 7 bis 8 Käſtchen oder Abtheilungen, „welche durch die Zwiſchenwände eines größeren, mit einem Boden verſehenen Kaſtens oder Rahmens von al„tem Holze, gebildet wurden, der mittelſt zu löſender Keile ganz auseinander genommen werden konnte, ein„ſchlagen, ſo daß der Mörtel längliche Parallelepipeda bildete, hierauf den Rahmen, der ſtets eine größere Zahl „von anderen Körpern zu Verſuchen enthielt, oben mit einem Deckel verſchließen und unter Waſſer verſenken.

„Nach Verlauf der vorgeſetzten Zeit wurde der aus dem Waſſer gehobene Kaſten mittelſt der Keile ganz „auseinander genommen, ſo daß jedes Mörtelſtück einzeln da lag. Auf den Seitenflächen dieſer Körper wurde „nun die Richtung dieſer Schweraxe durch eine vorgeriſſene gerade Linie bezeichnet, und an jedem Ende des „Präparats, genau in der Richtung der Schweraxe, ein Loch gebohrt, durch welches ein dünnes Seil gezogen „werden konnte, ſo daß ſich mittelſt deſſelben das Mörtelſtück an einen Nagel hängen ließ, den man ſeitwärts „in den Balken eines Zimmers eingeſchlagen hatte, während das untere Seil einen Kaſten trug, der mit Sand „gefüllt werden konnte. Etwa in der Mitte zwiſchen den beiden Löchern wurde der Querſchnitt, welcher zer„riſſen werden ſollte, parallel mit den Seitenflächen genau ſenkrecht auf die Richtung der Schweraxe und von „derſelben gleich weit abſtehend, mit einer ſtumpfen Säge eingeſchnitten und vorgezeichnet. Die Belaſtung ge„ſchah mit Sand, den man durch eine, aus ſtarkem Papiere gemachte, Röhre einlaufen ließ, doch wurden auch „wohl Anfangs Gewichte in den Kaſten gelegt, wenn man ſich von einem größeren Tragvermögen des Mörtels „durch einen Probeverſuch überzeugt hatte; die Vermehrung des Gewichtes bis zum Zerreißen beſtand aber „jederzeit nur aus Sand. Da der auf die gewöhnliche Weiſe und ohne Künſtelei, wie es für die Ausführung „nöthig, zubereitete, in dem Holzkäſtchen nicht eingepreßte Probemörtel durchaus nicht von gleichförmiger Dich„tigkeit war und ſein konnte, ſondern bald mehr bald weniger Poren und Blaſen enthielt; ſo konnte auch die „Feſtigkeit des Mörtels für einerlei Querſchnitt nicht immer dieſelbe ſein, und es mußten nothwendig bei den „Verſuchen bald geringere, bald größere Abweichungen vorkommen, wovon jedoch diejenigen nicht in Betracht „kamen, die aus etwaiger Schadhaftigkeit des Präparats, oder durch ein Verſehen während der Operation ent„ſtanden. Daher iſt es nicht hinreichend, dergleichen Verſuche über die Feſtigkeit eines Mörtels nur ein- oder „zweimal zu machen, ſondern es muß drei- bis viermal, und bei bedeutenden Abweichungen noch öfter ge„ſchehen. Vicat's Verſuche müſſen deßhalb nothwendig Zweifel erregen, weil er die Feſtigkeit ſeiner Mörtel„körper nur einmal unterſucht hat. Bei meinen Verſuchen iſt es zuweilen ſechs- bis ſiebenmal auf dem dop„pelten Wege des Zerbrechens und Zerreißens geſchehen, und es iſt ein Durchſchnitt in Rechnung geſtellt."

Gute (in ſich ſtark bindende) Mörtel reißen rein und ohne Spur von der rauhen Backſteinoberfläche; nur deren Rand blättert bisweilen und läßt die Spur auf dem Mörtel. Nur ſchlechte Mörtel bleiben beim Reißen am Steine ſitzen, deſto mehr, je ſtärker die Bindung zwiſchen beiden iſt. Bei gutem Mörtel ſoll aber dieſer Anhang höchſtens $\frac{1}{3}$ vom Zuſammenhange in ſich ſelbſt ſein.

Rondelet ließ 1787 aus Mörtel Steine von 15 Zentimetres Länge, 10 Zentim. Breite, 4 Zentim. Dicke verfertigen und andere mit einer quadratförmigen Baſe von 4 Quadratzollen. 18 Monate nach ihrer Verfertigung ließ er dieſelben mit einer Maſchine zerdrücken. Die Ergebniſſe theilt von Wiebeking in nachſtehender Tabelle mit:

Nummer.	Erklärung.	Eigengewicht.	Gewicht an Pfunden auf 4 Zoll Oberfläche des Verſuchſteines, wodurch er zerbrochen wurde.	
			Nach Verſuchen i. J. 1787.	Nach Verſuchen 15 Jahre ſpäter.
1	2 Parallelepipeden aus 3 Thl. Flußſand, 2 Thl. Kalkbreies	1625	1866	2864
2	Desgleichen, aber mit 3 Thl. Grubenſandes	1588	2475	—
3	3 Thl. geſiebten Ziegelmehls, 2 Thl. gelöſchten Grubenkalkes	1457	2896	—
4	Die nemlichen Beſtandtheile, geſchlagen	1663	3970	4948
5	3 Thl. geſtoßenen Sandſteines, 2 Thl. gelöſchten Kalkes	1681	1782	1801
6	Die nemlichen Beſtandtheile, geſchlagen	1844	2094	—
7	3 Thl. Puzzolane, 2 Thl. Kalk	1456	2228	—
8	Die nemlichen Beſtandtheile, geſchlagen	1676	3240	—
9	Alter, römiſcher Mörtel	1549	4664	—
10	Neapeler Lastrico aus Puzzolane, kleinem Geſteine (Lapilli) und Kalk	1000	3908	—
11	Desgleichen	1091	2869	3428
12	2 Thl. zerſtoßener Ziegel, 1 Thl. Grubenſandes, 2 Thl. Kalkes	1503	2645	—

Aus dieſen Verſuchen erhellt nun im Allgemeinen der Vorzug der Puzzolane und des Stampfens (Verdichtens). Erſt dann, wenn Verſuche mit Berückſichtigung und unter gegenſeitiger Beſtimmung aller auf den Zuſammenhalt und den Anhalt der Mörtel Einfluß habender Beſchaffenheiten und Umſtände gemacht werden, werden ſie von beſonderem Nutzen in der Ausübung ſein.

Uebrigens ſtellte Rondelet auch über die Bindkraft (den Anhalt) der Mörtel aus feinem Sande und Kalke Verſuche an. Er nahm die Trennung 6 Monate nach dem Kitten (Speiſen, Mörteln) vor. Es war an Kraft hierzu nöthig: 64 Pf. beim Liaisſtein, 72 Pf. beim Stein von Arcueil, 108 Pf. bei dem von Conflans, 141 Pf. beim Ziegelſteine. Es zeigte ſich ferner, daß der Halt des Kalkmörtels mit der Zeit zunahm, der des Gipsmörtels dagegen im Wetter abnahm. Die Verſuche des Hrn. Ingenieurs Boistard ſ. in den Recueils d. div. mém. p. Lesages, 1810. Nach dieſem war im Freien nach einem Jahre 1500 Pf. auf 1□′ beim Kalkmörtel, dagegen nur 800 Pf. beim Zämentmörtel, während in Waſſer die Erſcheinung, wie wir ſchon wiſſen, umgekehrt ſich verhält.

Nachtrag. Man verwendet den gebrannten Kalk zu enthaarenden Salben der Morgenländer, zum Enthaaren der zu gerbenden Häute, zum Hornfärben, gegen Verweſung.

§. 171.

Gips. Brennen.

Brennen. Durch Brennen muß der (rohe, ungebrannte) Gips ſeinen Waſſergehalt verlieren, der verdampft. Dadurch wird er um ſo viel leichter; riſſig, mürbe und leicht (zu Pulver) zerreiblich. Er heißt dann lebendiger, gebrannter Gips — Baugips — Gips-, Spar-, Deck-, Bindekalk ꝛc. und beſteht noch aus ſchwefelſauerm Kalke. Gipsſpat beſteht (roh) aus 32,9 Kalkerde; 46,3 Schwefelſäure; 20,8 Waſſer, das beim Brennen entweicht. Unreine Gipsſteine können außerdem Sand, Thon, (kohlenſauern) Kalk ꝛc. ꝛc. enthalten. Der gebrannte Gips hat aber einen großen Drang zur Wiedervereinigung mit Waſſer, mit dem er wieder erhärtet — bindet. Es kommt beim Brennen darauf an, daß der gebrannte Gips durchaus gleichmäßig alles Waſſer abgegeben habe; denn dann iſt die Neigung zum Waſſer am heftigſten und die Bindung erfolgt am ſtärkſten und ſchnellſten. Aber der Gips darf nicht zu ſtark gebrannt werden, wodurch er leicht eine Schmelzung — Sinterung — erleidet, dann ſeine Verwandtſchaft zum Waſſer — ſein Waſſerdurſt und ſomit ſeine Bindkraft — wieder geſchwächt wird. In ſolchem Falle nennt man ihn todtgebrannten. Der vortheilhafteſte Hitzgrad = 120° C., anfangende Rothglühehitze. Nach Watson pflegt man in England den Gips nur bei Nacht zu brennen, um den Hitzgrad richtiger beobachten und beſtimmter leiten zu können.

Man verfährt beim Gipsbrennen ſehr verſchieden: Am Harze — bei Oſterode ꝛc. — baut man die Gipsgrubenöfen in einen Bergabhang. Sie haben daher außen nur 3 Mauern, von Kieſelſteinen mit Gipsſpeiſe aufgeführt, ſind oben offen, 12′ hoch, 30′ breit, 20′ tief. An der Vordermauer — Bruſtmauer — ſind 2 oder 3 Schürlöcher, 4 — 5′ hoch. Von jedem aus gegen die Rückwand — Bergwand — hin werden überwölbte Gänge — Schürgaſſen — von zu brennenden Gipsſteinen, locker und mit erforderlichen Zwiſchenräumen, aufgeſtellt, angelegt, worin das Feuer nachher brennt. Darüber werden Gipsſteine mit Tannenholz geſchichtet. Nach dem Anbrennen werden die Schürlöcher verſetzt. Der Brand dauert, bis der Gips anfängt (roth) zu glühen. 600 Scheffel erfordern 9 Fuder Tannenholz. An andern Orten werden die Gipsſteine entweder mit Holz in Meilern aufgeſchichtet und ſo gebrannt, oder in Haufen, indem man die größten Stücke zu einer Feuergaſſe zuſammenſtellt, die kleinern aber daneben und darüber ſchüttet und mit Holz feuert. Man brennt auch wohl in niedrigen, nach unten verjüngten, trichterförmigen Schächten, worin man den Gips ſchichtweiſe mit Steinkohlen aufgibt. Triest (Grundſätze zur Anfert. richt. Bauanſchl.) ſagt aber: „Man hat in Berlin wieder„holte Verſuche angeſtellt, den Gips, mittelſt Roſte, durch Torf und Steinkohlen zu brennen, jedoch gefunden, „daß der untengelegte Gips verbrannte, wenn der obenliegende noch nicht gar war, und die Verſchlackung der „Steinkohlen und der Torfaſche den Gipsſtein unrein machte." Meiſt bedient man ſich, auch in Berlin, eigner Oefen, nach Art der Backöfen erbaut. Man erhitzt ſie mäßig mit Holz, zieht dann die Brände heraus, bringt die Gipsſteine hinein, breitet ſie auf dem Herde aus und vermauert hierauf das Mundloch. Ohne längere Uebung und Erfahrung iſt aber hierbei der rechte Hitzgrad und die rechte Hitzdauer nicht leicht zu erreichen. Man verbindet auch wohl Kalk- und Gipsbrennereien mit einander, wobei der Kalk dem Feuer zunächſt gebracht werden muß. Zu feinen Arbeiten im Kleinen pulvert man zuvor den rohen Gipsſtein und brennt dann das Pulver in kupfernen oder eiſernen Keſſeln oder auch nur auf Blechen über Kohlen. Auf der Pulveroberfläche entſtehen dabei bald Staubſäulchen von Gipspulver durch die entwickelten, entweichenden Waſſerdämpfe. In dieſer Bewegung nennt man den Gips flüſſig. Nach einiger Zeit wird das Pulver umgerührt. Sobald die Staubſäulchen aufhören und die Gipskörner beim Lichte nicht mehr glänzen, ſo iſt der Gips gar. Einige lehren: die Gipsſteine in eigroße Stücke zu zerſchlagen und dieſe in einem geſchloſſenen Ofen ſo lange zu brennen, bis ſie, wenn ſie weiter zerſchlagen werden, im Innern — auf der Mitte des Bruches — noch einige Glanzpunkte zeigen.

Man muß die zu brennenden Steine vor dem Einſetzen in den Ofen vorher möglichſt austrocknen laſſen, da die fühlbare Steinfeuchtigkeit zum Uebergang in Dampf Wärme bindet und daher Heizſtoff verſchwendet. Bei den Kalkſteinen iſt es umgewendet; dieſe ſollen feucht eingeſetzt oder gar mit Waſſer beſprengt werden. Auch ſoll man die Steine vorher nach ihrer Güte und Eigenſchaft ſondern, von fremdartigen Theilen befreien, beſonders von Thon, Schieferthon und Thonſchiefer, die häufig mit Gips einbrechen, durch Erleichterung der Sinterung aber zum Todtbrennen Anlaß geben. Selbſt der oft beigemengte, kohlenſaure Kalk muß abgeſondert werden, da dieſer in der Gipsgarhitze ſelbſt nicht gar brennt. Durch Schichten der Gipsſteine mit

dem Heizſtoffe erhält man zwar Gleichförmigkeit des Brennens, aber keinen reinen und zu manchen Zwecken nur unbrauchbaren Gips; denn die glühenden Kohlen verwandeln den Gips zum Theil in Schwefelkalzium — Kalkſchwefelleber — Schwefelkalk — Sulfure de Calcium ou de chaux — das beim Befeuchten mit Waſſer einen Geruch nach faulen Eiern entbindet und durch allmäliges Ausſcheiden des Schwefels gelblich wird. Dieſes zeigt ſich mitunter an Gipswandaufzügen.

Nach Triest rechnet man (in Berlin) auf 30 Zentner Gipsſteine $\frac{5\,^1/_3}{10}$ bis $^7/_{10}$ Klaftern (Kiefern-) Holz, 1 Taglohn zum Brennen, 3 Taglöhne zum Ausſuchen, Stampfen und Sieben.

§. 172.

Stampfen, Mahlen, Sieben ꝛc. des Gipſes. Verwahrungsmittel gegen den Staub.

Der gebrannte Gipsſtein wird zerkleint, dann fein geſiebt. Je feiner und zarter das Gipspulver — Gipsmehl — iſt, deſto ſchneller und inniger geht die Vereinigung des Waſſers damit zum Gipstaige, und ſomit auch die nachherige Erhärtung, vor ſich. Die Zerkleinerung geſchieht verſchieden: durch Pochwerke mit Hämmern, Stampfern — Stempeln — ꝛc. ꝛc., zwiſchen Mühlſteinen, wobei der Läufer über dem Bodenſteine um ſeine lothrechte Axe, oder an einer wagrechten Axe im Umkreiſe fortſchreitend bewegt wird — durch Waſſerkraft, Pferdkraft (mit Göpeln) ꝛc. ꝛc. Der gepochte oder gemahlene Gips wird dann durch immer feinere Siebe, zuletzt durch ganz feine Haarſiebe, gelaſſen. Der gröbere Rückſtand wird von neuem gemahlen. Man ſoll auch hie und da den Gips, wie das Getraidemehl, beuteln.

Die Gipsmühlen müſſen gefalzte, gehobelte Fußböden erhalten, um das verſtäubende Gipsmehl reinlich zu erhalten. Es iſt aber eine wichtige Aufgabe, das den Lungen und Augen der Menſchen und Thiere höchſt gefährliche Stäuben zu verhüten. Brard beſchreibt die in Frankreich gewöhnlichen Weiſen, den Gips zu pulvern und bemerkt, daß die um Paris gewöhnliche die ſchlechteſte, der Geſundheit der Arbeiter gefährlichſte ſei. Beſſer iſt die in Aegipten gewöhnliche Gipsmühle, gezeichnet auf Plan 26 im Werke der Kommiſſion. (Eine zuſammengeſetzte, Menſchenarbeiten erſparende, Gipsmühle iſt zu Schweinfurt). Die Poch- und Mahlgerüſte ſollen mit ſtaubdichten Bretterkäſten eingefaßt und umſtellt werden; die Siebe ſollen auf geſchloſſenen Behältniſſen, worein das Pulver fällt, laufen und ſelbſt verſchließbar ſein durch Deckel, zuſammengebundene Zugbeutel ꝛc. ꝛc. Den Arbeiter halten angenäßte Tücher vor Mund und Naſe, wodurch die Luft vom Staube gereinigt wird; die Göpelpferden werden die Augen zur Schonung dicht verbunden. Die Arbeiter beſprengen gern den Gips mit Waſſer, um das Stäuben zu mindern, verderben dadurch aber den Gips bedeutend. Vielmehr muß das Gipsmehl möglichſt trocken erhalten und aufbewahrt werden. Es zieht ſchon aus der Luft Feuchtigkeit an, und verdirbt dadurch nach Verhältniß, — es ſteht ab — wird abgeſtandenes. Daher müſſen die Behältniſſe zum Faſſen und Aufbewahren beim größten Inhalte die geringſte Oberfläche haben, und dieſe muß möglichſt luftdicht ſein.

§. 173.

Anmachung — Gipstaig. Verbeſſerungen deſſelben. Erhärtung.

Die Bereitung des Gipstaiges erfordert Erfahrung. Gipsmörtel aus zwei Raumtheilen Gips und einem Raumtheil Waſſer erhärtet ſehr ſchnell. Es iſt Bedingung, Gips und Waſſer ſogleich in richtigem Verhältniſſe ſo zu miſchen, daß man nachher weder von dem einen noch von dem andern zuzuſetzen braucht. Die Vermiſchung muß ſchnell, durchaus und gleichmäßig geſchehen. Man verrichtet das Anmachen in ſogenannten Gipskäſten mit erdreinem, weichem Waſſer, unter ſtetem Umrühren. Das erforderliche Waſſer wird gewöhnlich nur nach und nach zugegoſſen und am Ende der entſtandene Brei noch kurze Zeit tüchtig umgerührt. Wird zu wenig Waſſer zugeſetzt, ſo erfolgt die Erhärtung — das Geſtehen — ſchneller, aber nach Verhältniß unvollkommener, bei zu viel Waſſer aber langſamer. Zu wenig und zu viel gebrannter Gips nimmt weniger Waſſer an und wird dann weniger hart. Der zu wenig und zu viel gebrannte — todtgebrannte — eben ſo der abgeſtandene Gips iſt grieslich — mager — nicht fett, zart, milde, am Finger klebend, wie er ſein ſoll. So iſt es mit Gipspulver aus ſandigem, unreinem Steine. Gleich nach dem Anmachen fängt eine verworrene Kriſtalliſ-

rung an. Da aber die Erhärtung binnen 15 Minuten erfolgt, ſo haben die Moleküle nicht Zeit, ſich auszukriſtalliſiren und es entſteht eine Aufſchwellung — Gedeihen — und durch Feſtwerden des Waſſers fühlbare Wärme in der Maſſe. Das (aufgelockerte) Gipspulver ſinkt aber beim Anmachen um mehr als $^1/_4$ zuſammen. Aber 1w' ſperenberger Gipsſtein gab (nach Manger) 2 $^{95}/_{108}$w' Gipstaig. Der Stein wog roh 145 Pf. 5 Lothe, gebrannt 119 Pf. 8 Lothe, der Taig wog 262 Pf. 18 $^2/_3$ Lothe. Alſo erfordert der gebrannte Gips dem Gewichte nach gleich viel Waſſer, oder etwas weniges mehr.

Reiner Gips — reines Kalkſulfat — iſt zwar wegen ſeiner Weiße und Zartheit zu Bildnereien der beſte, aber nicht als bindender Baugips. Den beſten Baugips liefert der (unreine) Pariſer. Es iſt vorzüglich ſein Karbonatgehalt und etwas Thon, worauf dieſe Güte beruht. Das reine Kalkſulfatpulver wird, um es zu verbeſſern, mit $^1/_{10}$ gebranntem Kalkpulver aufs innigſte gemengt und dann erſt mit Waſſer angemacht. Dieſer verbeſſerte Taig erreicht aber die Güte des Pariſer immer noch nicht. Dieſer nähert man ſich am meiſten dadurch: Man mengt 85 Thl. reines Kalkſulfatpulver mit 15 Thl. gebranntem Kalkpulver, durchknetet das Ganze mit etwas Thon, formt daraus Kugeln ꝛc., und brennt dieſe von neuem. Eine Mengung von Gipstaig und Kalkbrei kann nicht ſo vollkommen geſchehen. Zu viel Kalk ſchadet, und über $^1/_3$ darf davon auch aus bloßer Erſparung nicht beigemengt werden. Uebrigens wird ſowohl dem reinen als auch dem karbonathaltigen Gipstaige Sand zugemengt, der ihn aber nicht verbeſſert, vielmehr leicht verdirbt. Man darf auf 2 Theile Taig nie über 1 Thl. Sand zuſetzen. Umgekehrt wird man daher den Kalkmörtel nicht durch Gipszuſatz verbeſſern. Dieſer wird durch ſeine ſchnelle Erhärtung nur die Molekülausbildung im Kalkmörtel, und ſomit ſeine größere Erhärtung, hindern. Vitruv warnt ſchon beim Ziehen der Geſimſe im Innern der Gebäude, dem Kalke und Marmorſtaube Gips zuzuſetzen. Plinius (36. 59) ſagt uns, daß die Alten den Gips im Innern zu Stukkatur und Verzierungen rein anwendeten. Reſte davon ſind in alten Grabmälern ꝛc. noch vorhanden. So bei Rom.

Die ſchnelle, plötzliche Erhärtung des Gipstaiges gebietet, daß man davon nur ſo viel anmache, als man höchſtens in einer Stunde verarbeiten kann. Bei den Bildnereien und Formereien in Gips ſucht man die Erhärtung zu verzögern. Die Mittel ſind: mehr Waſſer, aber zum Nachtheil des Härtegrades, Beimiſchung von gebranntem Kalke, dann Beimiſchung von Leimwaſſer. Je ſtärker dieſes iſt, deſto langſamer erfolgt die Erhärtung — Geſtehung. Selbſt Beimengungen von Ziegelmehl, feinem Sande, Thon ꝛc. verzögern das Geſtehen. Deſto ſchneller erfolgt es aber durch 2 Loth Alaun und 2 Loth Salmiak zu 1 Pf. Gips (?). Ich kenne Gipſer, die glauben, daß Eſſig oder Weinſtein in Wein aufgelöſt, dem Gipſe eine größere Härte ertheile. Erwärmung des Gipſes vor dem Anmachen ſoll die Erhärtung merklich erhöhen.

§. 174.

Gipsmörtel als Mauerſpeiſe. Verhalten dieſer Speiſe beim Grubenbau.

Die Baukunſt gebraucht den Gips:

a) Als Mörtel — Mauerſpeiſe — Zeug — rein oder mit Zuſätzen da, wo man ihn einzig oder doch etwa wohlfeiler bekommt als Kalkmörtel. Aber ſelbſt die Pariſer, welche den vorzüglichſten Baugips haben, ſetzen ihn als Mauerſpeiſe der Kalkmauerſpeiſe nach. Wenn auch anfänglich der Gipsmörtel 2 Steine mit um $^1/_5$ größerer Kraft bindet als Kalkmörtel, ſo wächſt doch des letztern Bindekraft mit dem Alter und überwiegt dann die Kraft jenes, die mehr ab- als zunimmt, bedeutend. Uebrigens darf man den Gipsmörtel nur zu innerem, ſtets trockenſtehendem Gemäuer verwenden, nie im Freien, in feuchtem Grunde. Daſſelbe gilt vorzüglich bei Gewölben. In tief eingeſchloſſenen Fugen ſehr dicker Mauern, wohin die Luft nicht einzuwirken vermag, erhärtet der Gipsmörtel nur äußerſt langſam oder nie. Man fand ihn unter ſolchen Umſtänden nach 30 Jahren noch weich. Simon (ſ. Sammlungen nützl. Aufſätze, d. Bauk. betr. 5. Jahrg.) erwähnt, daß man beim Abtragen des alten Schauſpielhauſes (des vorletzten) in Berlin, das 1774 erbaut war, 26 Jahre nachher, im Jahr 1800, alle mit Gips vergoſſenen Steinfugen verſtockt fand, daß der Gipsmörtel, und dadurch auch das angränzende Mauerwerk, feucht und naß war. Es geht wohl daraus hervor, daß man in Gips äußerſt langſam mauern müſſe. In Waſſer iſt Gipsmörtel ganz unanwendbar, dagegen deſto anwendbarer in trocknen Morgenländern. So iſt es unter andern in Perſien; auch in Sizilien ꝛc.

Beim Grubenbau kann man ſich dort des Gipsſteines und Gipsmörtels zur Grubenmauerung bedienen, wo die zudringenden Grubengewäſſer mit Gips geſättigt ſind, und alſo davon nichts mehr auflöſen. Im Ram-

melsberge bedient man ſich zur Grubenmauerung des Atramentſteines — eines Gemiſches von Gips, Eiſen- und Kupfervitriol, das in der Wärme, die das Feuerſetzen verurſacht, bald ſteinhart wird. Dieſe Mauern würden aber zuſammengehen, ſobald die Gruben erkalteten; denn in der Kälte zerfließt der Atramentſtein. Man wählt den ärmſten an Vitriol, der bald ausblühen würde, zum Auslaugen aber nutzbarer iſt.

§. 175.

Gipseſtriche.

b) Zu Eſtrichen — Gipseſtrichen — mehr in Frankreich und Italien als in Teutſchland — hier nur wo er wohlfeil iſt, in geringen Gebäuden zu Zimmer- und Kammerfußböden, mehr jedoch in Vorplätzen, Küchen, Speiskammern, vorzüglich aber in Getraideſpeichern. Die Bretterdachböden des hochanſprechenden, ziemlich karaktervollen Schloſſes — der Reſidenz — zu Würzburg wurden vor wenig Jahren zur Minderung der Feuergefahr ſehr zweckgemäß mit Gipseſtrich überzogen *). Sehr gewöhnlich ſind an mehren Orten ſolche Gipsdecken unter den Stubenöfen in Holzrahmen, die man aber auch oft mit farbigen, gebrannten, auch glaſirten, Fliesſchen, mit Kehlheimer Marmorplättchen ꝛc. ꝛc. auslegt.

Anfertigung der Gipseſtriche: auf Erd- und Schuttboden der Erdgeſchoße, auf Wölbungen wird mit Sand ausgeebnet. Darüber wird der Gips gegoſſen. Auf Gebälken kann man den Eſtrich auf Staakwerk gründen. Man bildet ganze oder halbe Windelböden, füllt zuerſt darüber die Balkenfache bis zur Oberkante der Balken mit Schutt und gleicht darüber mit der Sanddecke aus, oder man legt ein Staakwerk — einen geſtreckten Windelboden — über das Gebälke hinweg. In holzreichen Gegenden werden die Balkenfache durch Füllhölzer, eingeſchobene Bretter, Fehlböden u. ſ. w. zu dem Ende ausgefüllt. Die Art der untern Deckenverkleidung richtet ſich nach Zweck, Gewohnheit, Stoff ꝛc. ꝛc., und iſt ſehr manchfaltig. Der 1 — 1 ¼ Zolle und wohl noch dickere Gipsguß kommt dabei auf eine geebnete Unterlage von trocknem Sande, die auf ſchon vorhandenen Bretterböden ebenfalls hergeſtellt wird, wenn ſolche geeſtert werden ſollen. Um eine Ebene zu erlangen, legt man gleichlaufend in 3 — 4' weiter Entfernung nach und nach, ſo wie das Eſtern theilweiſe fortſchreitet, Latten in abgewogener Oberkante oder Oberfläche. Die Zwiſchenräume werden dann mit Sand ausgefüllt und dieſer wird mit Streichhölzern, von Latte zu Latte mit der geraden Unterfläche reichend, abgeſtrichen und ſomit abgeebnet. Ueber einer ſolchen Sandfläche wird der Gipsmörtel, hinreichend flüſſig bereitet, aus Zubern — Schäffen ꝛc. — mit einem Kunſtgriffe ſo ausgegoſſen, daß er ſich mit dem Sande der Grundlage nicht miſcht. Man muß zunächſt um die Wände bei dieſer Ablattung darauf Rückſicht nehmen, daß der Gipsguß während ſeiner Erhärtung binnen 36 — 48 Stunden ſich merklich ausdehnt, alſo nach außen hin erweitert, und daß er, wenn er keinen Spielraum findet, ſich dann in der Mitte erhebt — aufbläht. So wie ein Fächerſtück an das andere von neuem angeſetzt wird, wird vor dem Ausguſſe die Latte in der Angränzung hinweggenommen. Die ausgegoſſene Gipsmaſſe wird durch eine Lehrlatte gehörig ausgeſtrichen. Etwa 24 Stunden nach dem Guſſe iſt ſo viel Feſtigkeit entſtanden, daß zum Gehen Bretter über den Eſtrichguß gelegt werden können. Dieſer wird dann mit den Gipshölzern (zur Hälfte geſpaltene, eben gehabnte, geſtielte Walzen), und zwar mit der ebenen Fläche derſelben ſorgfältig — nach 5 bis 6 Stunden wiederholt — geſchlagen. Riſſe und Löcher werden während dem ausgebeſſert; am Ende erfolgt das Glätten durch kleine eiſerne Mauerkellen, auch wohl in gewiſſen Fällen das Schleifen mit Bimsſtein ꝛc. Der Eſtrichmörtel beſteht gewöhnlich aus einer Miſchung von Gips und Kalkmörtel. Je feiner nun der beigemengte Sand iſt, je mehr der Gips überwiegt, deſto glätter wird der Eſtrich. Nöthigenfalls kann man groben Sand hierzu durch Glühen, Ablöſchen, Mahlen ꝛc. feiner machen. So feingemachter Kalkſand wird wie Marmorſtaub im Stuck ſich verhalten. Eſtriche müſſen im Sommer gemacht

*) In den bajerſchen Städten längs der Alpen: Waſſerburg, Roſenheim ꝛc. werden die Böden unter den flachen, in vier attikförmigen Feuermauern eingeſchloſſenen Schindeldächern mit dicken Eſtrichen belegt, wohin eine maſſive, mit Eiſenthüren geſchloſſene Bodentreppe führt. So iſt nur das leichte Schindeldachgerüſte in Gefahr, auf dem man gehen und leicht löſchen kann und wo ſtets Brenden (Waſſerfäſſer), Wiſcher und andere Löſchgeräthe aufbewahrt werden. Daher erklärt man dort Ziegeldächer als feuergefährlich und baut der Feuerſicherheit wegen Schindeldächer!!!

werden, nie zur Zeit des Froſtes, welcher ſeine Bindung zerſtört. In Getraideſpeichern haben dieſe Eſtriche vor Bretterböden folgende Vorzüge: Sie ſind kühler, daher das Getraide erhaltender, von Mäuſen ꝛc. nicht unterwühlbar, dem Holz-, beſonders aber dem Kornwurme unzugänglich, feuerſicherer, oft wohlfeiler. Aber auf Gebälken laſten ſie ſtärker und zerſpringen, wenn die Balken ſich biegen. Für dieſen Fall ſollten ſie in kleinere Flächentheile abgetheilt werden.

§. 176.

Stukko. Pariſer Gipstüncherei. Berliner Gipsſtuck. Stuckbildnerei.

c) Als **Stuck** — stuc — stucco. Die Begriffe vom Stuck ſind verſchieden und ziemlich unbeſtimmt. Wir wollen hier unter **Stuckmaſſe** einen Gipstaig verſtehen, dem zur Verzögerung der zu ſchnellen Erhärtung eine Beimiſchung von Leim, Kalkkarbonat, feinem Sande, Marmorſtaube u. ſ. w. beigemiſcht iſt, aus dem man glatte Wandaufzüge, Simswerk, vorſpringende Zierdetheile auf Decken, Wänden und Geſimſen, rein weiß oder gefärbt, bildet, weißt, oberflächlich färbt, vergoldet, bronzirt, glättet, ſchleift, polirt u. ſ. w. Alle dieſe Arbeiten wollen wir hier eben ſo allgemein **Stukkaturarbeiten** nennen. Wir können hierzu nicht allein die Form- und Boſſirarbeiten in Gips, ſondern auch das Abgießen in Gips verſtehen. Die Stukkaturkunſt wurde ſchon früh ausgebildet. Die Grabſtätten der theba'ſchen Könige ſind damit geziert (Denon: Voyage etc). Die albaria opera der Römer waren eine Art Stuck. Der Tempel des männlichen Glücks von rauhen Steinen war mit Stuck überzogen; daraus waren Kapitäle, Geſimſe, Verzierungen ꝛc. gebildet, die Baſen ausgenommen und der Unterbau (ſ. Desgodetz). Dieſes ſchlechte, verfallene Gebäude iſt das einzige alte ioniſcher Ordnung in Rom. In Paris findet man die ſchönſten Stuckarbeiten im Muséum de l'hôtel roy. des Monnaies. Thevenot und neuerlich Maria Graham erklären ſie als verbreitet zu Säulen und Verzierungen in Madras, Calcutta und in andern indiſchen Städten, wo man beſonders weißen, pariſchem Marmor ähnlichen, Stuck hochſchätzt. Jetzt hat bei uns die Stukkaturkunſt weniger zu leiſten als im vorigen Jahrhunderte. Die Italier ſtanden hierin am höchſten. Am berühmteſten unter ihnen wurde Giocondo und Grato Albertoli. Die Römer bedienten ſich des Kalkes mit Marmorſtaub gemengt als Stukkaturmaſſe. Man führt die Stukkaturarbeiten zu Berlin, München, Paris ꝛc. auf Mauern und Holzwänden, im Aeußern und Innern der Gebäude ꝛc., aus.

Pariſer Gipstüncherei: Wenn Fugen und Haupt der Mauerſteine gereinigt und angenäßt ſind, ſo werden jene — die Fugen — mit Gips ausgefüllt und ein dünner Gipsmörtel wird mit einem Beſen aufgetragen. Auf dieſe Grundlage — Gobetage genannt — kommt die zweite Lage — crépi genannt — von Gips, der durch eine enge Wanne gelaſſen wurde. Hierauf kommt die dritte Lage — enduit genannt — von Gips, durch ein Haarſieb gelaſſen. Holz der Wände und Decken wird vorher belattet. Die Pariſer Gipslatten ſind 4' lang, 2'' breit, 3 — 4''' dick.

Berliner Gipsſtuck (nach Gilly, Triest, Accum): $^1/_4$ feiner Sand, $^3/_4$ Kalkbrei, 1 Thl. gebrannter Gips. Da die Maſſe langſam erhärtet, ſo gewinnt der Stukkaturer Zeit zur Ausarbeitung der Verzierungen. Dieſe Stuckmaſſe erlangt aber nur geringe Erhärtung. Triest ſchreibt als Putzmörtel ein Gemenge von $^1/_4$ Gipsmörtel, $^3/_4$ Kalkmörtel vor. Zur Beurtheilung dieſes Putzmörtels verweiſe ich auf das oben Gelehrte. Man kann davon keinen Vortheil haben, als etwa mehr Glätte. Einen ſehr dauerhaften Gipsabputz auf innere, trockene Wandflächen gibt (nach Gilly und Eitelw.) ein Gemenge von 2 Thl. Gips mit 1 Thl. reinem Quarzſand. Dieſer Ueberzug ſoll 9'' dick aufgetragen werden können, wenn es ſo erforderlich ſei, ohne zu reißen oder ſich loszutrennen. Er ſoll ſo hart werden, daß er, wie Sandſtein (??), mit dem Meiſel bearbeitet werden könne. Man wendet ihn auf Wänden und ſchwebenden Decken (?) an. Dieſer Abputz wird deſto glätter werden, je feiner der angewendete Sand iſt. Dieſer darf beſonders nicht eiſenſchüſſig ſein, weil ſonſt der Abputz, durch Einwirkung der Schwefelſäure auf das Eiſenoxid, gelb wird. Gilly empfiehlt noch folgenden Abputz: Der erſte Antrag auf die Mauer- oder gerohrte Wand- oder Deckenfläche iſt gewöhnlicher Kalkmörtel. Man macht ihn nur dünn und rauh. Hierauf wird der Weißſtuck, aus 2 Theilen Weißkalk und 1 Theil feinem Gipſe $^1/_8$'' dick aufgetragen und völlig glatt gerieben. Die durch den Gips, die Feinheit des Sandes und die Bearbeitung bedingte Glätte eines ſolchen Abputzes hindert das Anſetzen des Staubes. Daher iſt ein ſolcher Weißſtuck beſonders für Kirchen und andere Säle und Räume zu empfehlen, wo das öftere Ausweißen zu beſchwerlich und zu koſtbar iſt. In der Bibl. Britanniq. iſt folgende Stuckmaſſe angegeben: 84 Pf. grobkörniger Sand, gewaſchen, gereinigt; 12 Pf. Kalk; 4 Pf. geronnene Milch; 10 Pf. Waſſer; alles zum Beſtande einer bequemen Anwen-

bung mit der Kelle gebracht. Wo man Gips auf Eiſen anträgt — auf Draht, Nägel der Berohrung rc. rc. — da entſtehen gelbe Roſtflecken, die nach und nach durchſchlagen und ſo ſichtbar werden. Daher muß Eiſen zuvor durch Oelfirniß- oder Harzanſtrich oder auch dadurch gegen den Roſt geſichert werden, daß man den erſten Putzantrag von reinem Kalkmörtel macht.

Der Gips zu Stuckarbeit muß ſchön weiß ſein. Jeder Stukkaturer hält auf ſein Geheimniß in Abſicht auf das Brennen des Gipſes und die richtige Stärke des Leimwaſſers, womit das feingeſiebte Gipspulver angemacht wird. Für ſehr erhobene Arbeiten wird als Kern ein Entwurf aus Latten, Brettern, Draht, Nägeln und anderem Bindwerke vorgerichtet, um an ſchwerer Stuckmaſſe zu ſparen. Man bereitet ſich zum Kerne einen guten, feinſandigen Mörtel und verſieht ſich mit eben ſo viel Gipspulver. Hierauf wird das Kernwerk mit einem Pinſel angefeuchtet und mit eingerührtem Gipſe überzogen. Dann fährt man mit einem Gemiſche von 2 Thl. Gips und 1 Thl. Kalkmörtel fort. In der 3ten Lage wird 1 Thl. Gips auf 3 Thl. Mörtel gerechnet. Nun gibt man dieſem Entwurfe die Hauptform, indem man mit gezahnten, gebogenen rc. Spateln, mit Feilen rc. die zu hohen Theile hinwegnimmt, und dabei ſich nach Lehren richtet. Iſt der Kern gehörig ausgetrocknet, ſo wird er endlich mit Stuck überzogen. Dazu kann man weißen, alten, gutgelöſchten Kalk nehmen, der am beſten mit Staub von geſtoßenem, weißem, karrariſchem Marmor gemengt wird. Andere weiße Erden: champagner Kreide rc. haben hierzu zu wenig Glanz, weißer Alabaſtrit aber zu wenig Dauer im Feuchten. Man nimmt gleichviel Kalk und Marmorſtaub, ſchlägt und miſcht alles gut, ohne Waſſerzuſatz, und nicht mehr als man eben braucht. Der Blick muß durch Uebung die beſte Miſchung erkennen lernen. Aus zu magerm Stuck wird aber die Kelle ſtets zu trocken herauskommen. Ehe dieſer Stuck auf den Kern getragen wird, iſt dieſer anzufeuchten, bis er kein Waſſer mehr anzieht. Endlich folgt die Glättung und Politur.

Die erhobenen Stuckarbeiten: Blumengehänge, Urnen, Geſimsverzierungen rc. rc. werden auch in metallnen Formen gebildet, auf untergelegten Anwurfgrund befeſtigt, dann überweißt, bemalt, bronzirt, vergoldet rc. Von den Abgüſſen werde ich aber bald ausführlicher ſprechen. Herr Catel in Berlin hat ſich durch Stukkaturarbeiten in den Schlöſſern zu Weimar und Braunſchweig (jetzt zum Theil abgebrannt) Ruhm erworben. Dieſer unterſcheidet eigentlich Stukkaturarbeit — Verzierungen aus Stuckmaſſe — von Stuckmarmorarbeit und Stukkoluſtroarbeit — Ueberzug der Wände rc. Er gibt folgende Anweiſung:

Der Stukkaturer macht die Verzierungen entweder aus freier Hand mit geeigneten Werkzeugen am Aeußern der Gebäude, beſonders an Geſimſen, Tragſteinen rc. aus einer Maſſe von 3 Thl. Kalk und 1 Thl. Gips, mit mäßig dünnem Leimwaſſer, oder er macht ſie in Formen aus ganz reinem, weißem, bindendem Gipſe, ohne alle fremdartige Beimiſchung.

Zur Stuckmaſſe muß der Kalk ſehr rein geſchlämmt, der Gips rein und ſauber geſiebt, die Miſchung ſorgfältig ſein. Die Stärke des Leimwaſſers hängt von der Bindekraft des Gipſes ab. Vor dem Brennen muß der Formgips von allen farbigen Theilen, die ſich nicht vollkommen weiß brennen, gereinigt werden.

Die geformten Gipsarbeiten ſind nur im Innern anwendbar und werden an- und zuſammengeſetzt. Zu dem Ende wird die untere Fläche mit einem ſpitzigen Meſſer oder einem Stoßeiſen rauh und dadurch empfänglich gemacht, das Anzuſetzende deſto feſter zu halten. Die anzuſetzende Verzierung wird in Waſſer getaucht, auf der Rückſeite mit friſchangemachtem Gips belegt und dann an dem Beſtimmungsorte angehalten und feſtgedrückt. Große und ſchwere Gegenſtände müſſen durch Klammern, Haken rc. in die Mauer rc. befeſtigt werden. Solcher Gipsſtuck kann polirt werden, wenn man ihn mit reinem, mit venezianiſcher Seife gekochtem Waſſer beſtreicht und dann mit wollenen Lappen reibt. Näſſe verdirbt dieſe etwas gelblich gewordene Politur. Auch kann man darauf bronziren oder mit Oelfarbe anſtreichen.

§. 177.

Gipsmarmor. Stuckmarmor. Färben, Zuſammenſetzen, Ebnen, Schleifen, Poliren.

Der Gipsſtuck, der dem farbigen Marmor ähnlich gefärbt und polirt wird, iſt an feuchten Orten nicht von Dauer und kann oft theurer werden als natürlicher Marmor. Man überzieht mit ſolchem künſtlichen Marmor — Gipsmarmor — Wände, Säulen, Pfeiler, Poſtamente, Thür-, Kamin- und andere Gewände und Einfaſſungen rc. Catel unterſcheidet Stuckmarmor von Stukkoluſtro. Sein Verfahren theilt Triest mit. Beim Stuckmarmor iſt es Folgendes: Auf die rauhe, in den Fugen ausgekratzte Mauerfläche wird der Grund aus einer Maſſe von ½ Gips und ½ grobkörnigem Grandſand, gut gemengt und mit Leimwaſſer angemacht,

aufgezogen und rauh gelaſſen. Der Abſtrich davon darf nicht zu einer obern Lage ſondern immer nur wieder als Grundmaſſe verwendet werden. Nun bereitet man ſich die Stuckmaſſe aus reinem, geſiebtem Gips. Dieſer wird nach der Abſicht durch Erd= oder Metallfarben gefärbt und mit Leimwaſſer angemacht. Saftfarben werden vom Gipſe zerſtört. Man färbt den Gips nach dem Hauptthone, den der Marmor erhalten ſoll, aber in abgeſonderten Klumpen mit mehren Abſtufungen der Nebentöne. Hierauf bildet man dadurch die Maſſe zu den durchlaufenden Adern, daß man von den einzelnen Farben, welche ſie enthalten, beſondere damit gefärbte Klöſe der Maſſe anfertigt, dieſe alsdann in kleine Stücke zerreißt, oder ſie etwas erhärten läßt und dann in eckige Stücke von verſchiedener Größe zerſchlägt, oder ſie auch ganz zu kleinen Kügelchen zerreibt. Man fertigt ferner Arten von gefärbten Brühen an, welche die Farbe der fließenden Adern haben, womit häufig die Oberfläche des Marmors geziert iſt. Sobald dieſe Vorbereitungen getroffen ſind, werden die mit der Grundfarbe des Marmors verſehenen größern Klöſe zerriſſen und dann ſo aneinander in bunter Unordnung zu einem größern Kloſe vereinigt, daß, wenn man daraus mit einem breiten Meſſer Scheiben ſchneidet, ſich in dem Durchſchnitte ſchon die Bildung des Marmors entdeckt. Auf der Fläche, die der Marmor bedecken ſoll, wird der Lauf der Adern in ſeinen Hauptlinien mit Kohle verzeichnet. Nun legt man die geſchnittenen Scheiben des Grundtones ſo auf die Fläche des Grundes auf, daß die Adern offen bleiben. In dieſe drückt man dann die Maſſe der Miſchung für die Adern hinein. Die fließenden Adern werden dadurch hervorgebracht, daß man die Stücke des Grundthons in mehren Stellen zerbricht, und dann die gebrochenen Seiten in die Brühe für die Adern eintaucht. Man ſetzt hierauf die zerbrochenen Stücke wieder zuſammen und die Adern haben ſich in dem Zwiſchenraume gebildet. Sobald ein Theil der Fläche auf dieſe Art gebildet iſt, und der Marmor zu erhärten beginnt, wird er mit einem großen Meſſer beſchnitten und geebnet. Das Auflegen der Stücke der Maſſen geſchieht theils mit den Händen, theils mit der Kelle. Die treue Nachahmung der Natur erfordert viel Uebung. Die meiſte Geſchicklichkeit erlangten hierin die Mailänder.

Wenn die belegte Fläche vollkommen erhärtet iſt, wird ſie mit einem Hobel geebnet. Dann nimmt man große Sandſteine mit ebener Grundfläche, reibt ſie damit vollkommen eben und übergeht ſie nochmals mit Bimsſtein. Nach einigen Tagen beginnt die Politur.

Die Fläche wird von allem Schliff, der darauf ſitzt, gereinigt; die in ihr befindlichen Löcher werden mit einem ſpitzigen Meſſer ſorgfältig aufgeſtochen, damit die zu ihrer Ausfüllung beſtimmte Maſſe den reinen Gips berühren und ſich damit feſt verbinden könne. Dieſe Maſſe iſt ein Taig von Gips, Leimwaſſer und Farbe, welche die Grundfarbe des Marmors hat. Man trägt ſie mit einem Spachtel auf die Grundfläche, reibt ſie in die Löcher ein und ebnet dann das Ganze mit dieſen Spachteln. Iſt dieſe Ausbeſſerung erhärtet, dann beginnt man, die Oberfläche mit einem Grünſteine förmlich zu ſchleifen, wobei es auf eine ſehr gleichförmige Führung der Hand ankommt. Dieſes Verfahren wird viermal wiederholt, indem jedesmal die etwa entſtehenden Löcher eben ſo wieder zugeſpachtelt werden, während man beim Schleifen mit einem Schwamme die Fläche benetzt und ſo den Schliff ſorgfältig abnimmt. So gewinnt die Fläche ſchon einigen Glanz. Nunmehr nimmt man nach und nach immer feinere Schleifſteine. Die letzten und feinſten ſind Blutſteine, mit deren 9 — 10maligem Abſchleifen die Fläche Spiegelglanz erhält.

Zuletzt wird die Oberfläche noch mit einer, in einen feinen ſeidenen Lappen eingehüllten, aus Terpentinöl, Wachs und Talg zuſammengeſetzten Maſſe, welche in demſelben einen harten Ballen bildet, abgerieben, wodurch der Staub, der etwa auf der Oberfläche haftet, weggenommen wird, und die Farben kräftiger hervortreten.

Denen, die zuletzt ölen, iſt zu bemerken, daß dadurch die Farben dunkeln, wenn nicht gehörig gerieben wird.

§. 178.

Stukkoluſtro. Bereitung.

Dieſer iſt dauerhafter, aber weniger prächtig als Stuckmarmor. Er wird auch am Aeußern, zu Fußböden ꝛc. angewendet. Die Maſſe beſteht aus einer Miſchung von wohl durchgeſchlagenem Kalk= und Marmorſtein oder weißem Alabaſterſtaub. Beide Beſtandtheile werden wohl zuſammen gearbeitet. Die Maſſe ſoll leicht von der Kelle abgleiten. In der Regel nimmt man 2 Theile Staub und 1 Thl. Kalk. Der Grund beſteht aus geſchlämmtem Kalke und ſcharfem Grandſande.

Nachdem der Marmorſtaub und der geſchlämmte Kalk ſorgfältig gemengt worden und darunter diejenige Farbe gemiſcht iſt, welche den Grundton des darzuſtellenden Marmors gibt, wird der vollendete Taig zwiſchen 2 Latten, ganz wie beim Gipsmarmor, angetragen, mit einer andern Latte glatt gezogen, dann mit der Kartetſche abgerieben, mit noch feinern Reibebrettern ganz geebnet und mit einer glattgeſchliffenen, ſcharfkantigen Kelle glatt geſchliffen. Nun wird die Oberfläche mit demjenigen Marmor bemalt, der die Grundfläche vorſtellen ſoll. Deßhalb werden Erdfarben von den nöthigen Tönen mit naſſem Kalke angemacht und damit vermiſcht.

Man malt mit dieſen Farben auf der Oberfläche mit Fiſch- und Borſtenpinſeln die Adern und Gruppirungen des Marmors. Hierauf wird dieſe Malerei mit der flachen Kelle ſauber in den Grund der Fläche hineingeſchlagen, ſo daß die eingedrückte Farbe mit dem Grunde gleich wird.

Die Politur kocht man aus kleingeſchnittenem Jungfernwachs und Seifenſpiritus, welche ſich zu einem Waſſer auflöſen. Es wird etwas Sal ammoniac hineingeſtreut. Das Waſſer muß nicht allzudick werden, denn außerdem würde die Kelle beim Streichen aufgehalten werden. Mit dieſem Waſſer wird die Fläche mit einem Pinſel beſtrichen, und ſo wie es anfängt einzuziehen, überzieht ſich dieſelbe mit einer dünnen, weißen Haut. Ueber dieſe wird dann mit der flachen Seite der ſtählernen Kelle in ſehr gleichen, neben einander folgenden Streifen hinweggerieben und ſogleich tritt die Politur hervor. Dieſes Verfahren wird einigemal wiederholt.

§. 179.

Boſſiren. Abgießen.

Man formt den Gips durch Boſſiren (von Bosse, erhobene Arbeit ſogen.) mit Boſſirſtäben zu Bauzierden und Modellen für ſolche, dann durch Abdrücken in Formen, aber auch durch Abgießen. Zu Abgüſſen eignet er ſich vorzüglich, da er bei ſeiner Erſtarrung — ſeinem Uebergange aus dem Flüſſigen durchs Weiche in den feſten Beſtand — ſich ausdehnt und in die feinſten Formenzüge ſich eindrückt. Wenn es angeht, ſo rühre man, zur Meidung der Blaſen im Gipstaige, hiervon erſt eine kleinere Menge Brei mit verhältnißmäßig mehr Waſſer an und trage dieſen durch feine Haarpinſel auf die Form. Hierauf wird ein dickerer, weniger waſſerhaltender, der als ſolcher ſtärker erhärtet, aufgegoſſen, doch ehe die Grundlage trocken wird; denn ſonſt würden beide Lagen ſich losblättern. Der gegoſſene Gips verträgt ſehr gut ein Nacharbeiten. Noch feucht, aber doch ſchon feſt geworden, läßt er ſich mit einer dünnen Meſſerklinge bequem ſchneiden, ganz hart und trocken aber mit Raſpeln, nicht zu feinen Feilen, Meiſeln ꝛc. bearbeiten. Glatte Abgußflächen ſind gegen Feuchtigkeit zu ſichern; denn dieſe frißt darin kleine Vertiefungen aus und macht ſie ſomit rauher. Eintheilige offene Formen ſind am leichteſten zu verfertigen. Geſchloſſene, hohle Formen ſind weit ſchwieriger herzuſtellen und auszugießen.

Die Modelle, über die man Gipsformen bilden will, z. E. aus Stein, Thon, ſelbſt Gips ꝛc., ſind gegen die Gipsnäſſe durch Anſtriche, Folien, Beſtäubung ꝛc. zu ſichern. Holzmodelle können dünn mit Schellackfirniß überzogen, dann mit Oel eingefettet werden. Bei ſehr werthvollen Urkunſtwerken, z. E. von koſtbarem antikem Marmor ꝛc., iſt das Einfetten nicht thunlich, weil dadurch Flecken entſtehen. Man kann etwa die Oberfläche mit einer dünnen Spiegelfolie belegen und darauf die Gipsformen anfertigen; auch einzelne Theile, wo ſolcher Folienbelag nicht thunlich wäre, in Wachs abdrücken und dann in dieſer Form einen dem Urwerke gleichen Abguß herſtellen, worüber man endlich die dauerhafte Form verfertigt.

§. 180.

Färben, Bronziren, Glänzen ꝛc. der Abgüſſe.

Um die Abgüſſe zu färben, können dem Gipſe vor dem Anmachen pulverige Farben: Mennige, Zinnober, Bergblau, Beinſchwarz ꝛc. ſorgfältig beigemengt werden. Man kann ihn auch damit zuſammen reiben oder auch mit gefärbtem Waſſer anmachen, z. E. mit einer Gummiguttauflöſung. Aber zu viel Farbeſtoff ſchadet, wie alle Beimengung, der Härte des Gipſes, deſſen Weiße alle Farben nach dem Trocknen lichter erſcheinen läßt. Eigentlicher Anſtrich — Malen und Bronziren — iſt für gute Abgüſſe nicht rathſam; denn die aufgetragenen Stoffe erfüllen die feinen Züge und die unvermeidlich mehrmalige Leimtränke ſchadet ebenfalls der Reinheit des Abguſſes. Am beſten gelingt das Einreiben mit ſehr fein geſchlämmtem Reißblei. Schöner, gegen Feuchtigkeit einigermaßen geſchützter, werden die Abgüſſe durch Glänzen. Durch ein-, zweimaliges Anſtreichen mit dünnem reinem Seifenwaſſer, dann Abreiben nach dem Trocknen mit feiner Leinwand, erhält man leicht einen fettähn-

lichen jedoch vergänglichen Glanz. Vorzüglicher iſt es, den noch feuchten Gipsguß mit Federweiß einzuſtäuben, zu trocknen, und dann noch mit Federweiß durch den Finger einzureiben. Dadurch entſteht ein dauerhafterer Atlasglanz. Statuen, Zierdegefäße, erhobene Arbeiten ꝛc. von Gips, die der Witterung ausgeſetzt werden ſoller, erwärmt man faſt bis zur Waſſerſiedhitze und tränkt ſie wiederholt mit einem heißen Gemiſche aus 3 Thl. Leinölfirniß und 1 Thl. weißem Wachs, bis ſie davon nichts mehr einſaugen und davon nichts mehr auf ihrer Oberfläche zurückbleibt. Für kleine Stücke dient reines Wachs. In beiden Fällen leidet aber das gute Anſehen des Gipſes und es wird noch ein beſonderer Anſtrich oder das Bronziren nöthig. Ich erinnere noch:

§. 181.

Große, künſtliche Gipswerkſtücke.

4) die Verfertigung großer Mauerquader aus alten Mauerſteinbrocken durch Gipsguß. Das Weſentliche was Hr. Bergrath Senff hierüber ſagt, iſt: In der Berliner Voſſiſchen Zeitung Num. 31. 1801 wird angeführt, daß der Franzoſe Fremin aus den Brocken alter Mauern, die er in einen Kaſten ſchütten und deren Zwiſchenräume er mit gutem, dünnem Gipſe ausgießen ließ, große Bauſteine fertigte, in wenigen Tagen hart, zum Vermauern brauchbar. Das Umſtändliche ſ. Mémoires sur les objets les plus importans de l'architecture p. M. Patte. Paris, 1769. Als Beiſpiel wird das Hotel in der Straße Grenelle zu Paris angeführt. Man wendet dieſe Steine in trocknen Mauern an, bei Scheidewänden 9 — 10′ über der Erde. Zur Zeit des Herrn Patte ſtand dieſes hôtel de plâtres unverſehrt, als er es unterſuchte, 80 Jahre alt, ohne Borſte, Riſſe, Senkung. Zu den Abmeſſungen der Quader aus Backſteinbrocken nahm Senff 20″ Länge, 10″ Breite, 5″ Dicke. Zur Verfertigung werden zwei 5″ dicke (für ſo dicke Quadern) winkelrecht abgerichtete Holzſtücke, Fig. 145. a, a a, genommen, nach der auswärts gekehrten Seite auch breiter. Auf den innern glattgehobelten Seiten werden in 20zölligen Abſtänden ½″ tiefe Einſchnitte gemacht, in welche die aus Bohlenſtücken beſtehenden Unterſchiede b, b, b paſſen, 10″ lang, 5″ breit. Beim Ausfüllen der Räume e e mit Ziegelbrocken vertheilt man die Stücke gleichmäßig und ſo, daß die größeſten, ¼ Backſtein nicht überſteigend, mit den Kanten an die Formſeitenflächen gelegt werden, mit Einhaltung des Verbandes in den einzelnen Stücken. Alle Formtheile werden mit Gips auf einmal ausgegoſſen. Nach 12 Stunden ſind die Steine ſo erhärtet, daß die Form auseinander genommen werden kann. Man läßt dann die Steine völlig trocknen und erhärten. Daß Mauern aus ganzen Steinen beſſer ſeien, verſteht ſich; daß aber dieſe Benützung bisweilen Vortheil gewährt, kann zugegeben werden.

§. 182.

Uebrige Anwendungen des Gipſes zum Kitten, dann in den übrigen Künſten und Gewerben.

Der Gips findet noch ſehr manchfaltige Anwendung. 1 Thl. Eiſenfeilſpäne oder Hammerſchlag mit 2 Thl. gebranntem Gips gibt einen Kitt zum Einkitten des Eiſens, z. E. der Klammern ꝛc., in Stein, der hierzu meiſt beſſer gebraucht wird, als Blei oder Schwefel ꝛc. Er bindet gleich ſtark mit Eiſen und Stein. Das Eiſen oxidirt, ſchwillt auf und macht die Maſſe dichter und härter. Nur muß dieſer Kitt, häufig zum Einkitten der Fenſter- und Thürhaken in Stein ꝛc. angewendet, an freier Luft erhärten können und nicht in eingeſchloſſenen Fugen angewendet werden. Einmal erhärtet, ſteht derſelbe ſelbſt in Feuchtigkeit und Näſſe ziemlich gut.

§. 183.

Leim.

Der Leim iſt ein Holzkitt, vorzugsweiſe bei Schreinerarbeiten unentbehrlich. Wir unterſcheiden:

1) Formleim, den die Leimſieder beſonders aus Abgängen der Gerbereien und Pergamentfabriken — dem Leimleder *) und den Pergamentſpänen — bereiten. Man rühmt den engliſchen, niederländer, kölner. Recht guter ſchwillt zwar auf, wenn man davon eine Zehe — ein Blatt — 3 bis 4 Stunden in Waſſer weicht,

*) Das Leder, das beim Bauweſen als Nebenſtoff u. a. zu Blasbälgen, Ventilen, zur Kolbenliederung, zu Schiffen ꝛc. dient, diente einſt zu ſehr haltbaren Tapeten, die ſich ſchön färben ließen.

löſet ſich aber nicht auf, und trocknet wieder ohne Gewichtverluſt. Mit recht eingetrocknetem reicht man weiter, als mit friſchem.

2) Hauſenblaſe — Fiſchleim, Ichthiokolla, (ruſſiſch: Karock) — die nach ihrer Länge aufgeſchnittene, dann von der äußern Haut getrennte Schwimmblaſe der Zetazeen, einiger Azipenſer (Hauſen, Störe, Steidel ꝛc.) und anderer Fiſche (des Hai, Welſen ꝛc.), oder ein meiſt in der Nähe der kaspiſchen See aus der Schwimmblaſe ſolcher Fiſche ausgekochter, nach dem Erkalten in dünne Häutchen verdichteter, dann in Hufeiſenform zuſammengerollter Thierleim. Sie muß — wie die vorzüglichere ruſſiſche vom Stör und Hauſen — rein, milchweiß bis gelblich, halbdurchſichtig, wie Horn, zähe, trocken, geruchlos ſein. Noch einmal ſo groß und dick, gelb bis bräunlich, iſt die unreine ungariſche. (Der Hauſen geht zur Laichzeit aus dem Schwarzmeere bis Presburg herauf). Reine Hauſenblaſe löſet ſich, klein geſchnitten, in doppelt ſo viel kochendem Waſſer, bis auf einen ſehr geringen flockigen Rückſtand, vollkommen auf. Auch der Weingeiſt löſet die Hauſenblaſe mittelſt Wärme ganz klar auf. Trüber, ſchmutziger Fiſchleim vom Wels ꝛc., überhaupt aus Fiſchgedärmen, Floßfedern ꝛc. zergeht nicht ganz in Waſſer und gibt, warm, Fiſchgeruch. Beim Einkaufe ſtürze man die Gebinde, um eingeſchobenen Tiſchlerleim zu entdecken. Die auseinander gelegten Bügel — Stollen — müſſen ſich durchaus einander gleich ſein.

Mit Zuckerkand gekocht gibt Hauſenblaſe weit feinern Mundleim als der Lederleim; mit Branntwein einen bindendern Kitt, ſelbſt für Glas, Porzellan. Sie wird ſehr dünn gehämmert, zerſchnitten und über Feuer in Branntwein, überhaupt ſtets zerſchnitten bei mäßiger Wärme in Waſſer, Wein oder Branntwein erlaſſen.

3) Käſeleim — aus ungelöſchtem Kalke, friſch gebrannt, mit ungeſalzenem, friſchem Käſeſtoff (Matte, Quark, Steifmotz ꝛc.) und ſo viel Waſſer auf einem Reibſteine zuſammen gerieben, daß der Kalk gelöſcht werde, und die Maſſe erforderlich taigig werde. Ueber Anſtriche mit dieſer Maſſe werde ich in der III. Abthl. handeln. Zu 3 Thl. Mehlkalk ſchneidet man 4 Thl. reinen, feſten Süßmilchkäſe in dünne Scheiben, nach Abnahme der Rinde, und rührt ſie in kochendem Waſſer bis zum zähen Schleime, unvermiſchbar mit dem Waſſer, und ſchöpft ihn, nachdem dieſes einigemal friſch aufgegoſſen worden iſt, auf einen warmen Reibſtein zur Miſchung mit dem Mehlkalk. Am beſten leimt dieſe Maſſe erwärmt: Bretter, Steine ꝛc.

§. 184.

Kochen des Leims. Leimen. Zuſammenhalt.

Beim Leimkochen iſt mit Sorgfalt darauf zu ſehen, daß keine Fettigkeit hinzu kommt und kein (fettiger, theeriger) Rauch in den Leimtiegel ſchlage. Es muß daher reines Waſſer, in reinen Gefäßen geſchöpft, angewendet werden. Hr. Hoftiſchler Stöckel (ſ. Tiſchlerkunſt, Ilmenau, 1823) lehrt: in ein reines Geſchirr bringe man den hellen, durchſichtigen Leim, und laſſe ihn in reinem, kaltem Waſſer 24 Stunden lang erweichen. Iſt er wie Gallerte geworden, ſo wird das überſtehende (fettige) Waſſer abgegoſſen. Den gegallerten Leim bringt man nun in einen dazu eingerichteten hölzernen Kaſten und ſchlägt ihn mit einer hölzernen Keule zu Brei. Allenfalls nöthiges Waſſer wird etwas erwärmt zugegoſſen. Hat man den Leim ſo durchgearbeitet, daß er völlig aufgelöſet iſt, ſo ſetzt man auf jedes Pfund 1 Loth feingeſiebte, weiße Kreide zu und vereinigt dieſe damit gleichmäßig durch fortgeſetztes Schlagen. Endlich wird der Kaſten durch einen Deckel gegen Unreinigkeit geſchützt und ſo der Leim an einem kühlen Orte aufbewahrt. Beim Verbrauche iſt es gut, wo es nicht zu koſtbar iſt, ſtatt des Waſſers: Eſſig oder Branntwein zum Auflöſen zu nehmen. Dem Anziehen der Feuchtigkeit an feuchten Orten wird begegnet, wenn 1 Pfunde ſchon völlig gekochtem und aufgelöſtem Leime 1½ Loth Alaun, gepulvert, allmälig zugeſetzt wird. Dadurch wird der Leim auch weißer. Hr. Stöckel empfiehlt dieſes Verfahren beſonders den Orgel- und Inſtrumentenmachern.

Beim Leimen iſt zu beobachten: daß die zu leimenden Flächen rauh ſeien, daß ſowohl der Leim, als auch die zu leimenden Holzflächen hinlänglich erwärmt ſeien, damit die Holzporen ſich erweitern und der Leim möglichſt tief eindringe.

Der Engländer Bevan fand den Zuſammenhalt einer mit friſchem Leim geleimten Fläche von 1□″ engl. nach 24ſtündiger ſtarker Trocknung in warmer Witterung = 715 Pfunde engl.; bei mehrmals unter erneuertem Waſſer- und Leimzuſatze im Winter bei gleicher Fläche nur 350 — 360 Pfunde, den Zuſammenhang einer Leimſtange von 1□″ Querſchnitt = 4000 Pf.

Inhalt.

		Seite.
§. 1,	Bildbarer Thon: Erzeugung, Beimengung	1
§. 2.	Chemiſche Verhältniſſe des Thons	1
§. 3.	Thonſorten: Lehm, Letten, Mergel, Ziegel-, Töpferthon, Kaolin, Pfeifenthon	2
§. 4.	Verwendung des Thons zu Lehmwänden	4
§. 5.	Verwendung des Thons zu getrockneten Lehmſteinen	4
§. 6.	Lehmſteinmauern der Babilonier	4
§. 7.	Lehmſteinmauerungen im Kerne der Piramiden und ſonſt in Aegipten	5
§. 8.	Lehmſteinbaue der Phönikier, Israeliten, Griechen	5
§. 9.	Vitruv'ſche Lehre von den Lehmziegeln	6
§. 10.	Geſchichte des Lehmbaues bei den Griechen und Römern	6
§. 11.	Heutiger Lehmbau im Morgenlande.	7
§. 12.	Berliner Verordnung über Luftziegelbau	7
§. 13.	Allgemeine Regeln beim Rohziegelbau im teutſchen Lande	8
§. 14.	Geſtampfte Erdquader. Fig. 1. — 6.	8
§. 15.	Gepreßte Erdquader. Fig. 7. — 12.	9
§. 16.	Thon als Mauerſpeiſe und Tünche	10
§. 17.	Thon zu Thoneſtrichen	11
§. 18.	Thon zu Staakarbeiten	11
§. 19.	Thon zu Lehmſchindeln	11
§. 20.	Verſchiedene Anwendung des Thones beim Bauen: zur Einfütterung des Holzes, als Brandſchutz-, Feuerlöſchmittel, Füllſtoff, gegen Waſſerandrang	11
§. 21.	Thonkitte: zu Oefen ꝛc.	12
§. 22.	Thongießformen, Hahnenbrei, übrige Thonbenutzungen	12
§. 23.	Abdrücken, Abformen in Thon	13
§. 24.	Ziegelbrennerei; Ziegelwaare	13
§. 25.	Ziegelmauerungen der Aegipter, Babilonier, Phönikier	13
§. 26.	Bau der Römer mit gebrannten Thonſteinen. Fig. 13. 14.	14

	Seite.
§. 27. Heutiger Backſteinbau	15
§. 28. Backſteinabmeſſungen	15
§. 29. Dieſe Beſtimmung in Bezug auf Mauerverband	17
§. 30. Ziegelauswahl. Klinkerſtraßen. Fig. 15.	18
§. 31. Schlotſteine. Fig. 16. 17.	18
§. 32. Schmiegziegel. Fig. 18.	19
§. 33. Gewölbziegel. Fig. 19.	19
§. 34. Gurtenſteine. Fig. 20. 21.	19
§. 35. Brunnenſteine. Fig. 134.	19
§. 36. Geſimsziegel. Fig. 131.	19
§. 37. Pflaſterziegel. Fig. 22. — 40.	20
§. 38. Dachziegel. Fig. 41. — 45.	20
§. 39. Lattungweite. Ziegelberechnung. Fig. 46. 47.	21
§. 40. Geviertziegel. Kehl= und andere Ziegelſorten Fig. 48. 49. 50.	22
§. 41. Krumm=, Hohlziegel (in Frankreich). Fig. 51. 54. 55. 60. 61	22
§. 42. Hohlziegel (erſter Art), Rinnenziegel (in Teutſchland). Fig. 62. 63.	22
§. 43. Firſt=, Grad=, Kehlziegel. Fig. 64. 65.	23
§. 44. Hohlziegel (zweiter Art). Doppelt gekrümmte Dachziegel. Fig. 56. 57. 59. 66. 67. 68.	23
§. 45. Römiſche Ziegel. Fig. 51. 52. 53. 58.	23
§. 46. Abtrittsröhren von Thon. Fig. 69.	24
§. 47. Thönerne Brunnenröhren. Fig. 70. 71.	24
§. 48. Künſtliche Thonſteinmaſſen (Formſteine)	24
§. 49. Thonſchlämmereien. Thonzubereitungsmaſchinen. Fig. 72. 73.	25
§. 50. Thonöfen	26
§. 51. Gewinnung des Ziegelthones	26
§. 52. Zubereitung	26
§. 53. Einſumpfen des Thones. Fig. 74.	27
§. 54. Treten und Durcharbeiten des Thones. Fig. 75.	27
§. 55. Thontreſch= und Knetmaſchine. Die Triewald'ſche Maſchine. Fig. 76.	28
§. 56. Thonſieb, von Kochius angegeben. Bearbeitung auf der Hau= und Schneidbank	19
§. 57. Entfettung des Thones	29
§. 58. Thongare. Gargruben	29
§ 59. Formen der Ziegelwaare. Fig. 77.	30
§. 60. Streichen der Mauerziegel. Thonpreſſe. Fig. 78. 79. 80. 81.	30
§. 61. Streichen der Dachziegel. Fig. 82. 83. 84.	31
§ 62. Formabmeſſungen. Streichzeit	31
§. 63. Formmaſchinen. Fig. 85. 86. 87.	32
§. 64. Preſſen der Ziegel. Preßmaſchinen. Fig. 88. — 94.	32
§. 65. Trocknen. Fig. 95.	33
§. 66. Trocknengerüſte. Fig. 96 — 100	34
§. 67. Brennöfen. Fig. 101. 102. 103.	35
§. 68. Beſchreibung und Maaße der gewöhnlichen Ziegelöfen	35
§ 69. Thonroſte Fig. 104. 105.	36
§. 70. Feldziegeleien. Fig. 111. 112. 113. 114.	36
§. 71. Fortſetzung. Fig. 115. — 125. dann 131. bis 135.	37
§. 72. Fortſetzung. Fig. 126. — 130.	37
§. 73. Münchner Ziegelöfen. Fig. 136. — 139.	38
§. 74. Münchner Brennofen zu Bauzierden. Fig. 106. — 109.	39
§. 75. Niederländer Ziegelöfen. Fig. 140. 141.	40

	Seite.
§. 76. Ziegelbrand	41
§. 77. Einſatz. Schürung. Ziegelſorten durch ungleichen Brand	41
§. 78. Beurtheilung der Ziegelgüte	42
§. 79. Schleifen der Ziegel	42
§. 80. Glaſiren und Betheeren der Ziegel. Nachtrag: vom Gebrauche des Ziegelmehls	42
§. 81. Schlacken	43
§. 82. Steinpappe	44
§. 83. Glas	45
§. 84. Glasformung. Fig. 110. E.	46
§. 85. Geſchichte des Glaſes	47
§. 86. Glasſorten	47
§. 87. Schmalte	48
§. 88. Kalk und Mörtel. Geſchichte	49
§. 89. Kalkerde. Löſchen des Aetzkalkes	50
§. 90. Vorkommen des Kalkes	50
§. 91. Mörtel: gemeiner und Waſſermörtel	51
§. 92. Roher (Brenn=) Kalk; Tuff, Stinkſtein, Dolomit, Kreide; Vorkommen ꝛc.	51
§. 93. Fortſetzung	52
§. 94. Seemuſchel= (und Korallen=) Kalk	53
§. 95. Kalkſteinbeſtand. Entkohlenſäuren	53
§. 96. Kalkbrennerei	54
§. 97. Todtbrennen; Stärke, Zeit der Feuerung	55
§. 98. Fortſetzung von §. 97.	55
§. 99. Zämente	56
§. 100. Kalkbrennen in Gruben, Meilern und Feldöfen	56
§. 101. Brennen in Kalköfen	57
§. 102. Vier Hauptgattungen von Kalköfen	57
§. 103. Kalkbrennereianlagen	58
§. 104. Formen und Einrichtungen der Kalköfen insbeſondere	58
§. 105. Brennſtoffe zum Kalkbrennen	59
§. 106. Steinkohlen	60
§. 107. Verhältniſſe der Brandwirkungen der Steinkohlen	60
§. 108. Torf	61
§. 109. Benutzung der Torfaſche beim Bauen	62
§. 110. Allgemeine Bemerkung über Kalkofenbau	63
§. 111. Kalköfen. Ein liegender Ofen. Fig. 142. 143. 144.	63
§. 112. Die Kalköfen in Rüdersdorf. 164. — 167.	64
§. 113. Eiförmiger Kalkofen. Fig. 153.	65
§. 114. Rechteckiger Kalkofen mit Scheidungen. Fig. 154. 155.	66
§. 115. Rumford'ſcher Stichofen. Fig. 150. 151. 152.	67
§. 116. Trichterofen. Fig. 156. 157.	67
§. 117. Röſtofen. Fig. 146.	68
§. 118. Flammenofen. Fig. 147. 148.	69
§. 119. Röhrofen. Fig. 149.	69
§. 120. Röſtofen mit beweglichen Eiſenplatten. Fig. 158. 159.	69
§. 121. Kankrin'ſcher Kalkofen	69
§. 122. Tiroler Kalkofen. Fig. 160. 161.	70
§. 123. Holländiſcher Seemuſchel=Brennofen. Fig. 162.	70
§. 124. Schleſiſcher, hoher Kalkofen. Fig. 110. A. B. C. D.	70

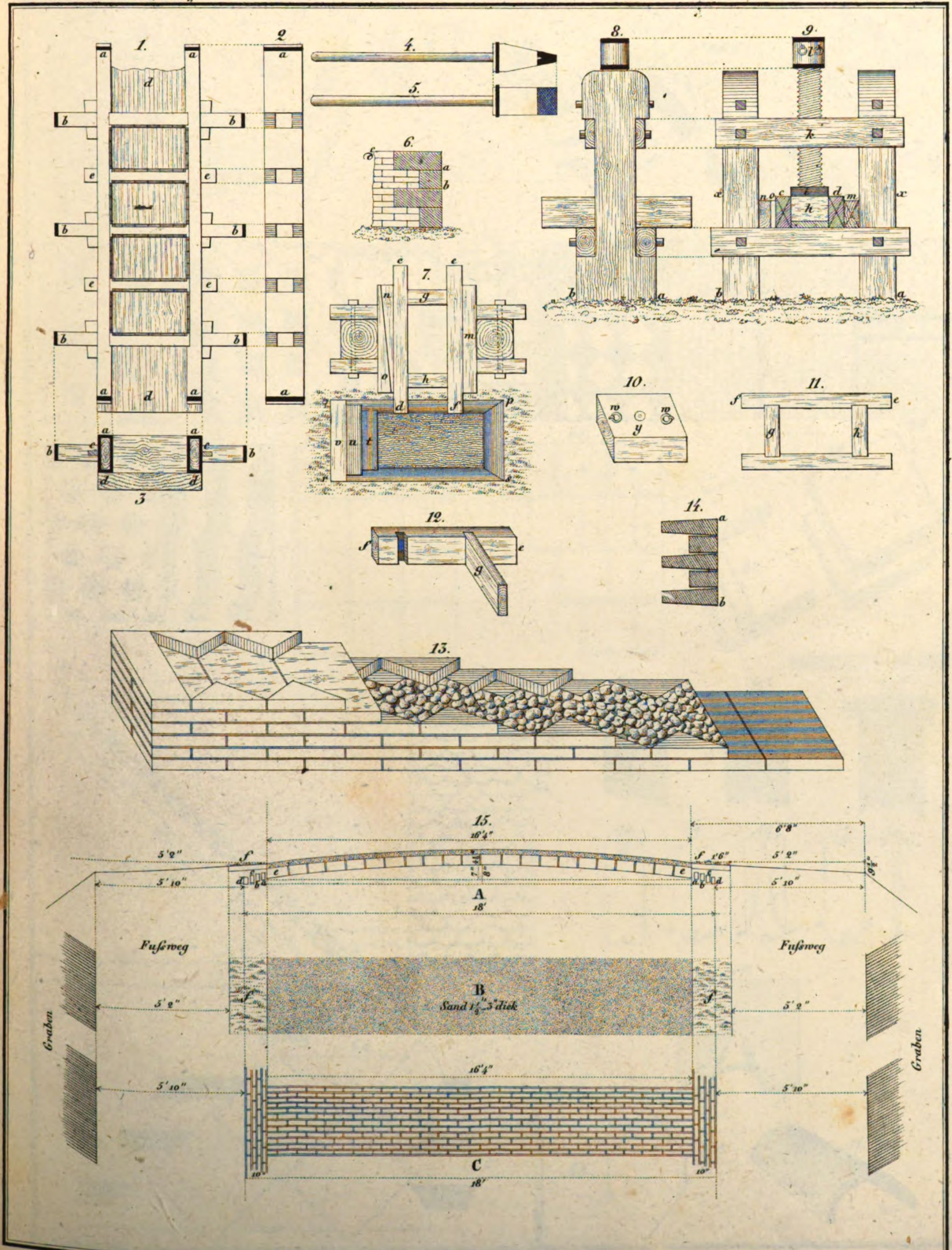
Seite.
§. 125. Löſchen und Einſumpfen des Kalkes. Fig. 163. 71
§. 126. Löſchwaſſer: Beſchaffenheit, Menge 72
§. 127. Löſchen des trägen (magern) Kalkes. Verdecktes Löſchen . . . 74
§. 128. Gedeihen des Kalkes 74
§. 129. Einſumpfen. 74
§. 130. Löſchen des Kalkes zu Mehlkalk 75
§. 131. Unterſchied des nach erſter oder zweiter Art gelöſchten Kalkes 76
§. 132. Prüfung der Kalkſteinbeſtandtheilverhältniſſe aus der Größe des Gedeihens am Gewichte . 76
§. 133. Prüfung der Kalkſteinbeſtandtheilverhältniſſe aus der Größe des Gedeihens an Umfang . . 78
§. 134. Verſchiedenheit der Dichtheit des gelöſchten Kalkes und ihr Einfluß . . . 78
§. 135. Mörtellehre 78
§. 136. Einleitung zur Theorie über Erhärtung des Mörtels in Waſſer . . . 79
§. 137. Anwendung der Theorie auf den Kalkkitt im Waſſermörtel 81
§. 138. Erhärtung des Luftmörtels 82
§. 139. Kohlenſaurer Kalk als Zäment 82
§. 140. Benennung: Schnell-, Waſſer- und Kittmörtel 83
§. 141. Sieben Verhältniſſe, worauf die Güte der Schnellmörtel beruht . . . 83
§. 142. Von den Zämenten 87
§. 143. Parkers (Roman-) Zäment 87
§. 144. Zämente in Frankreich 88
§. 145. Zämente in Teutſchland und im übrigen Europa 89
§. 146. Puzzolanen 89
§. 147. Puzzolangeſtein 89
§. 148. Traß (Tuffſtein) 90
§. 149. Puzzolanen-Beſtandtheiltabelle 92
§. 150. Künſtliche Puzzolanen: Okkererde 92
§. 151. Ziegelmehl 93
§. 152. Steinkohlen 94
§. 153. Blauſchieferzäment 94
§. 154. Baſalt-, Eiſenſandſteinzäment 95
§. 155. Vicat's künſtliches Zäment. 95
§. 156. Andere Zämente: Asphalt, Eiſenoxide, Eiſenſchlacke, Marmorſtaub, kalkiger Straßenſchlamm, gebrannte Knochen, Rohmuſchel-, Glaspulver 96
§. 157. Des Hrn. Hofraths Fuchs Verſuche über Zämente 97
§. 158. Mörtelſande 98
§. 159. Sandzwiſchenräume 99
§. 160. Bereitung des Luftmörtels 99
§. 161. Ausfüllung der Zwiſchenräume des Grobſandes mit Feinſand . . . 101
§. 162. Beſtimmung der Sandzwiſchenräume durch Zunahme des Mörtels . . . 101
§. 163. Berechnung des Mengverhältniſſes zwiſchen Kalk und Sand . . . 102
§. 164. Bedingungen der Mörtelgüte 103
§. 165. Regeln über Bereitung aller Mörtel. Erhärtung des Luftmörtels . . . 104
§. 166. Bereitung des Schnellmörtels 104
§. 167. Fortſetzung 105
§. 168. Grobmörtel (Beton) 107
§. 169. Kitte. 109
§. 170. Mörtelfeſtigkeit 112
§. 171. Gips. Brennen 117
§. 172. Pulvern des Gipſes 118

		Seite.
§. 173.	Gipstaig. Verbeſſerung, Erhärtung deſſelben	118
§. 174.	Anwendung des Gipſes als Mörtel	119
§. 175.	— — — zu Eſtrichen	120
§. 176.	— — — als Stuck	121
§. 177.	Gips-, Stuckmarmor	122
§. 178.	Stukkoluſtro.	123
§. 179.	Boſſiren. Abgießen	124
§. 180.	Färben, Bronziren, Glänzen der Abgüſſe	124
§. 181.	Künſtliche Gipsbrekzienquader	125
§. 182.	Uebrige Anwendungen des Gipſes zum Kitten, in den übrigen Künſten und Gewerben	125
§. 183.	Leim	125
§. 184.	Kochen des Leims. Leimen. Zuſammenhalt	126

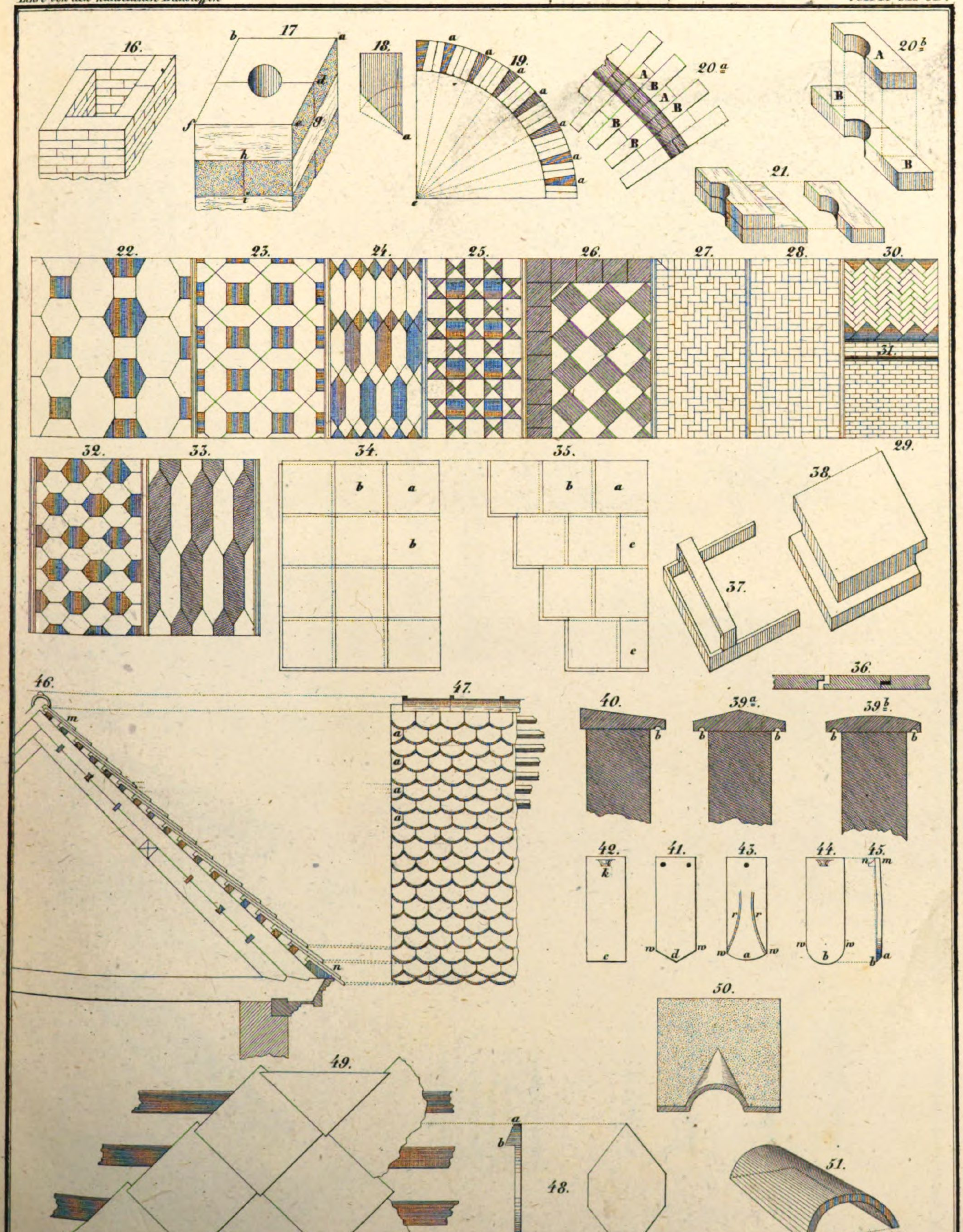
Druckfehler

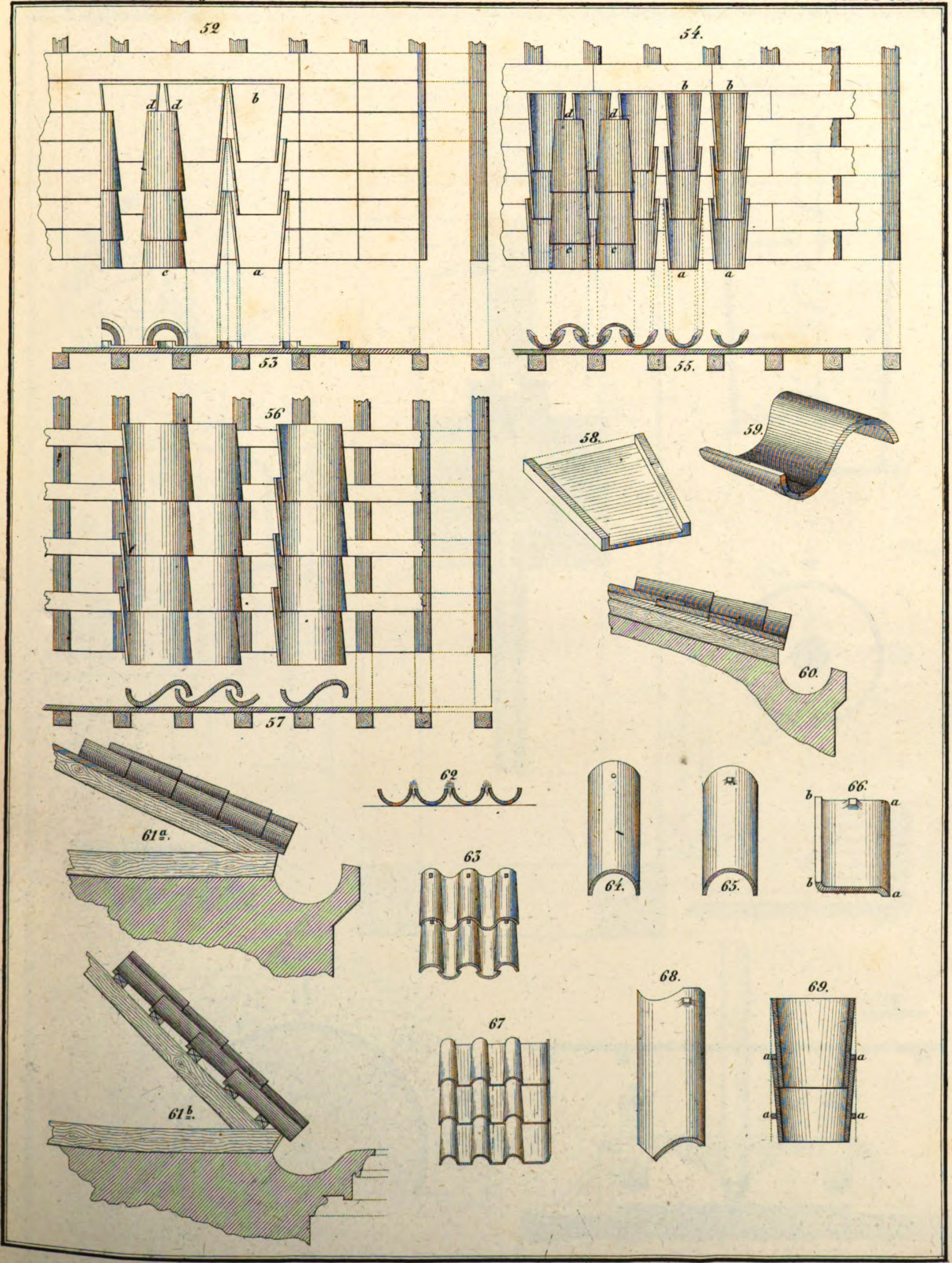
der zweiten Abtheilung.

Seite	2	Zeile	1	von	unten	lies:	Thon-Sandſtein, ſtatt: Thon, Sandſtein.
—	3	—	10	v.	u.	—	Porcellan-ſt., Porcellan.
—	4	—	15	von	oben	fällt	A) weg.
—	4	—	14	v.	u.	lies:	Lehmpatzen, ſt. Lehmpalzen.
—	5	—	14	v.	u.	—	Luftziegeln, ziemlich ꝛc.
—	8	—	20	v.	o.	—	herauf, ſt.: heraus.
—	8	—	29	v.	o.	—	dieſen, ſt.: dieſe.
—	8	—	2	v.	u.	—	Stoße, ſt.: Stoffe.
—	9	—	4	v.	o.	—	a, a, ſt.: a, a
—	11	—	5	v.	o.	—	Hausfluren, ſt.: Hausflure.
—	23	—	5	v.	u.	—	11''' hoch, 10''' dick, ſt.: 11'' hoch, 10'' dick
—	24	—	14	v.	u.	—	Tragſteinen, ſt.: Tragſteine.
—	25	—	10	v.	o.	—	Mergelknollen, ſt.: Megelknollen.
—	25	—	4	v.	u.	—	Chamotte, ſt.: Charmotte.
—	34	—	4	v.	o.	—	windtrocken, ſt.: wird trocken.
—	34	—	4	v.	u.	—	oder der Breite, ſt.: aber ꝛc.
—	35	—	5	v.	o.	—	die Latten a a, ſt.: der Latten a a.
—	35	—	12	v.	o.	—	Wellerwerk, ſt.: Wetterwerk.
—	35	—	17	v.	o.	—	umgibt, ſt.: ausfüllt.
—	38	—	13	v.	o.	—	Münde, ſt.: Münd.
—	42	—	2	v.	o.	—	Schicht, ſt.: Sicht.
—	45	—	1	v.	u.	—	Chamotteſtein, ſt.: Charmotteſtein.
—	51	—	20	v.	u.	—	gewonnen, ſt.: genommen.
—	62	—	19	v.	u.	—	oft mit, ſt.: oft, mit.
—	63	—	21	v.	u.	—	Längen-, ſt.: Längen,
—	66	—	15	v.	o.	—	bei, ſt.: ei.
—	67	—	17	v.	u.	—	dieſen, ſt.: dieſem.
—	100	—	9	v.	u.	—	$^2/_7$, ſt.: $^2/$.
—	107	—	10	v.	o.	—	Stoffart, ſt.: Stoßart.
—	118	—	27	v.	o.	—	die, ſt.: den; und: den, ſt.: die.

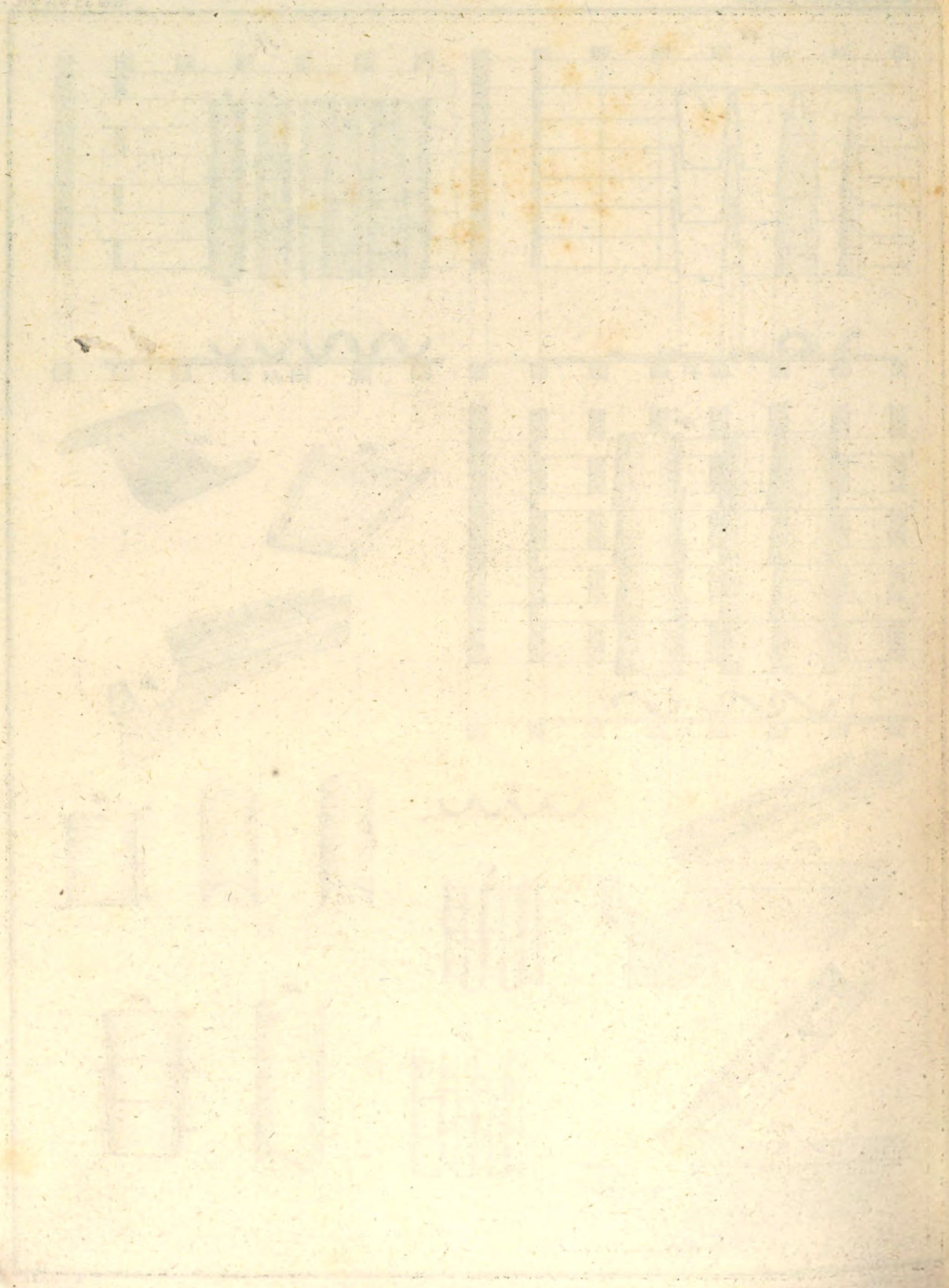


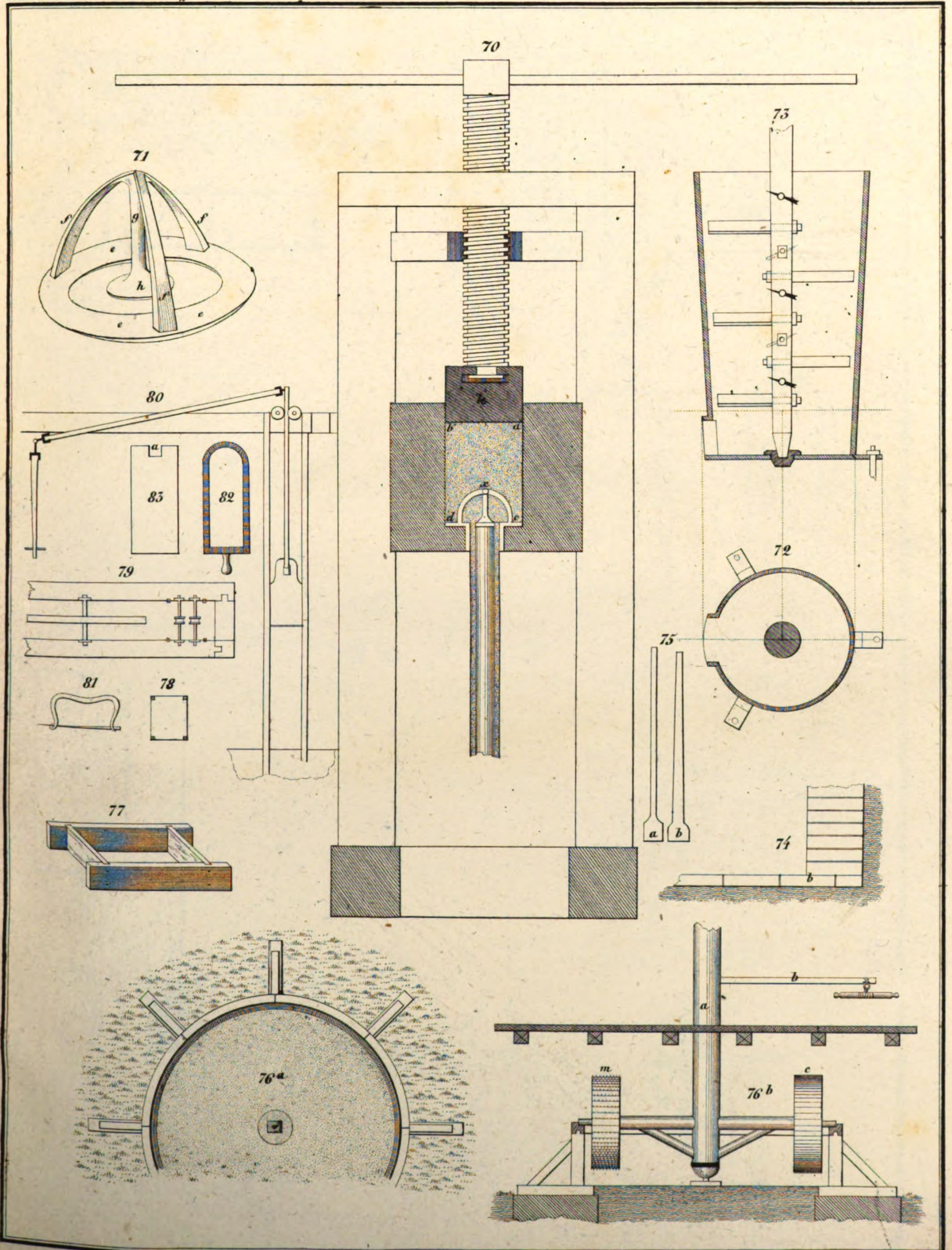
H. Willmaar sc.


16.
17
18.
19.
20 a
20 b
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
29.
38.
37.
36.
46.
47.
40.
39 a.
39 b.
42.
41.
43.
44.
45.
50.
49.
48.
51.

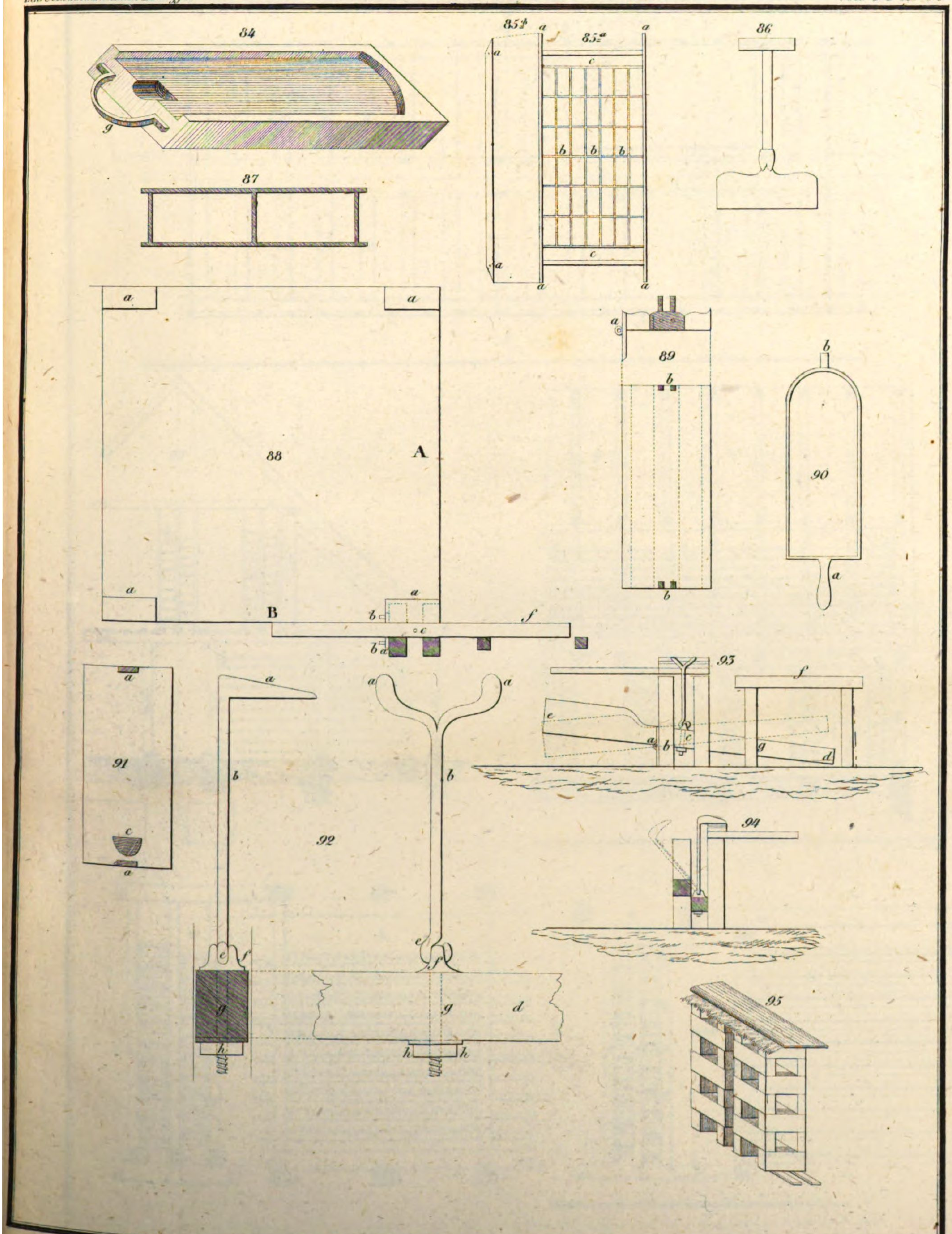


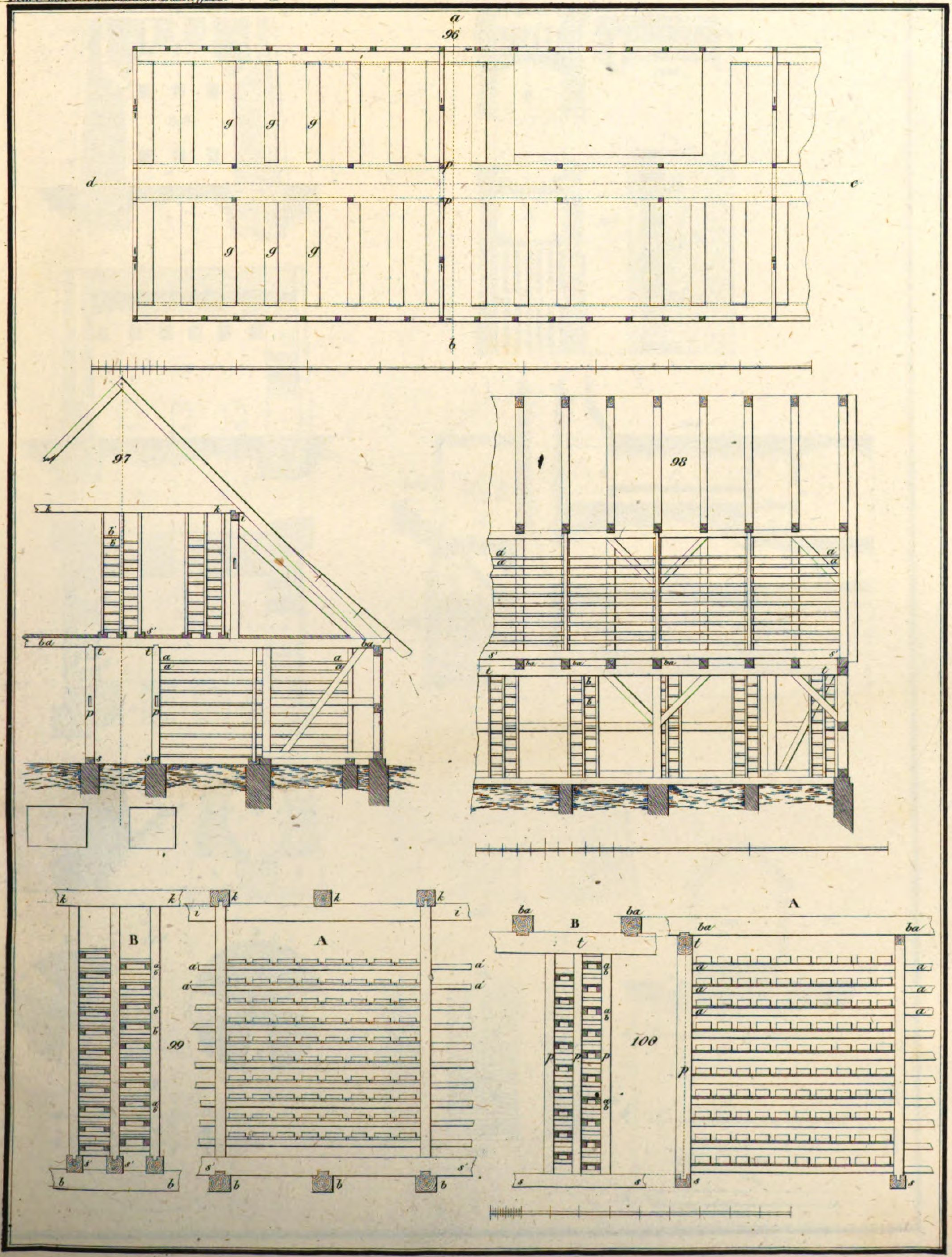
H. Willmann sc.

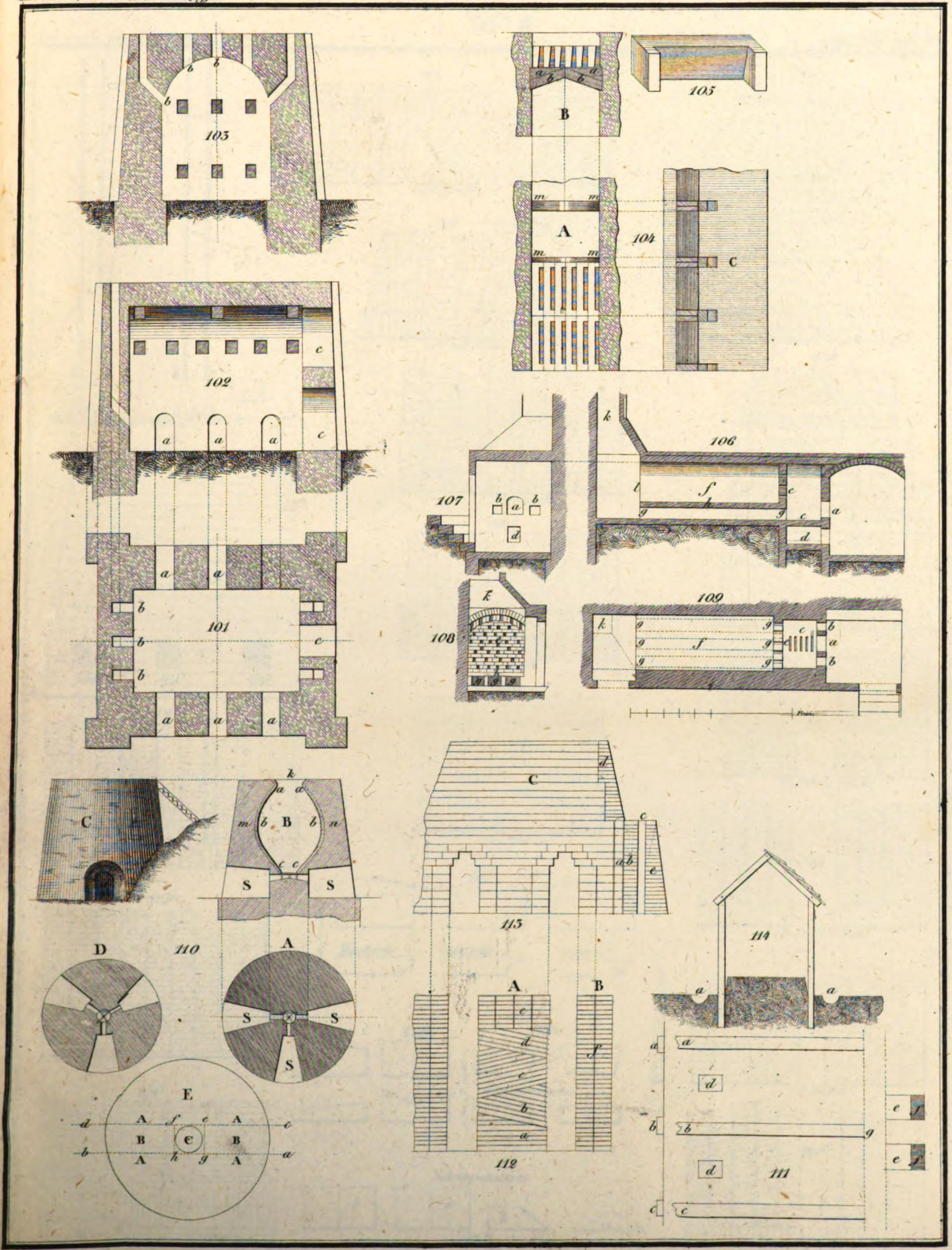


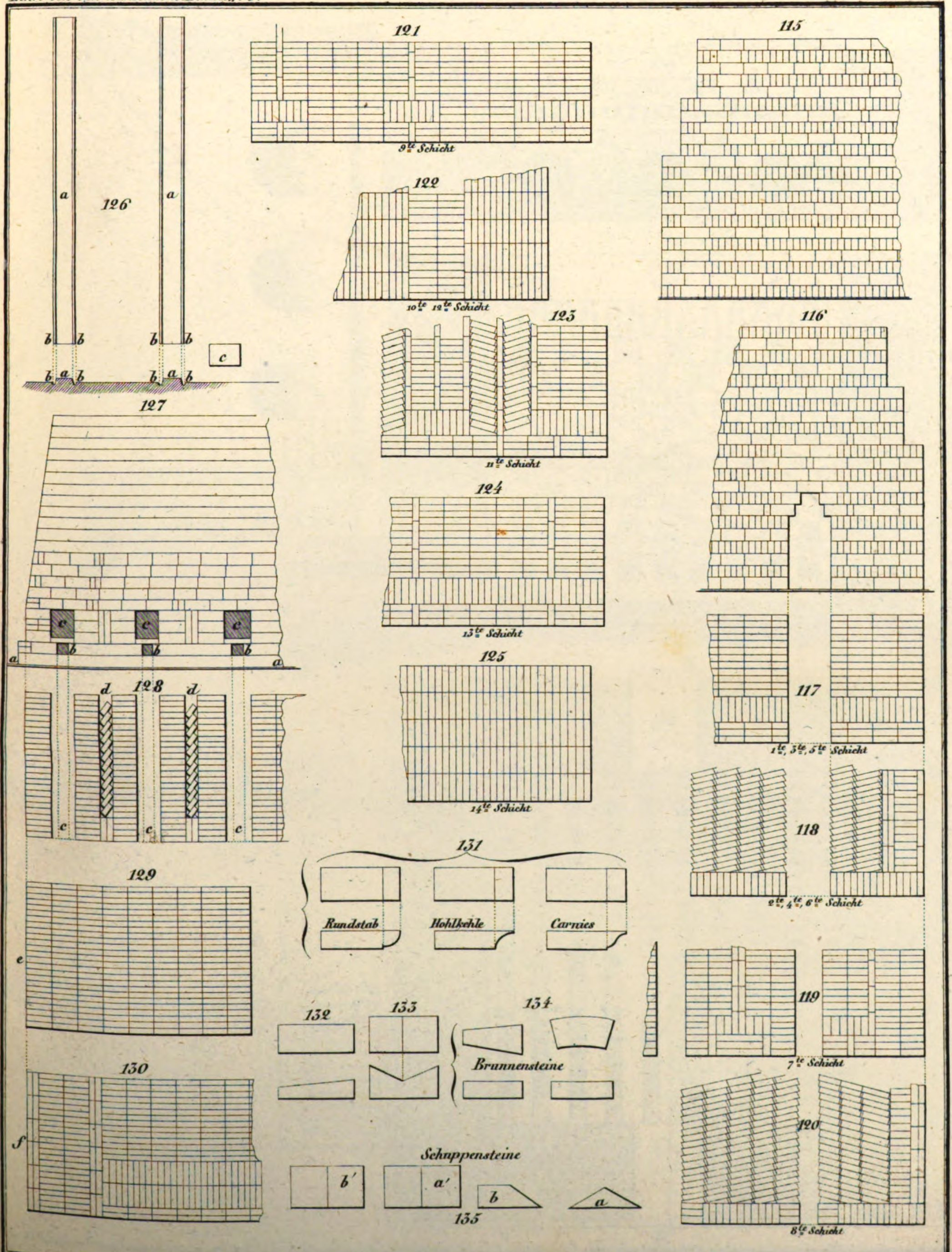


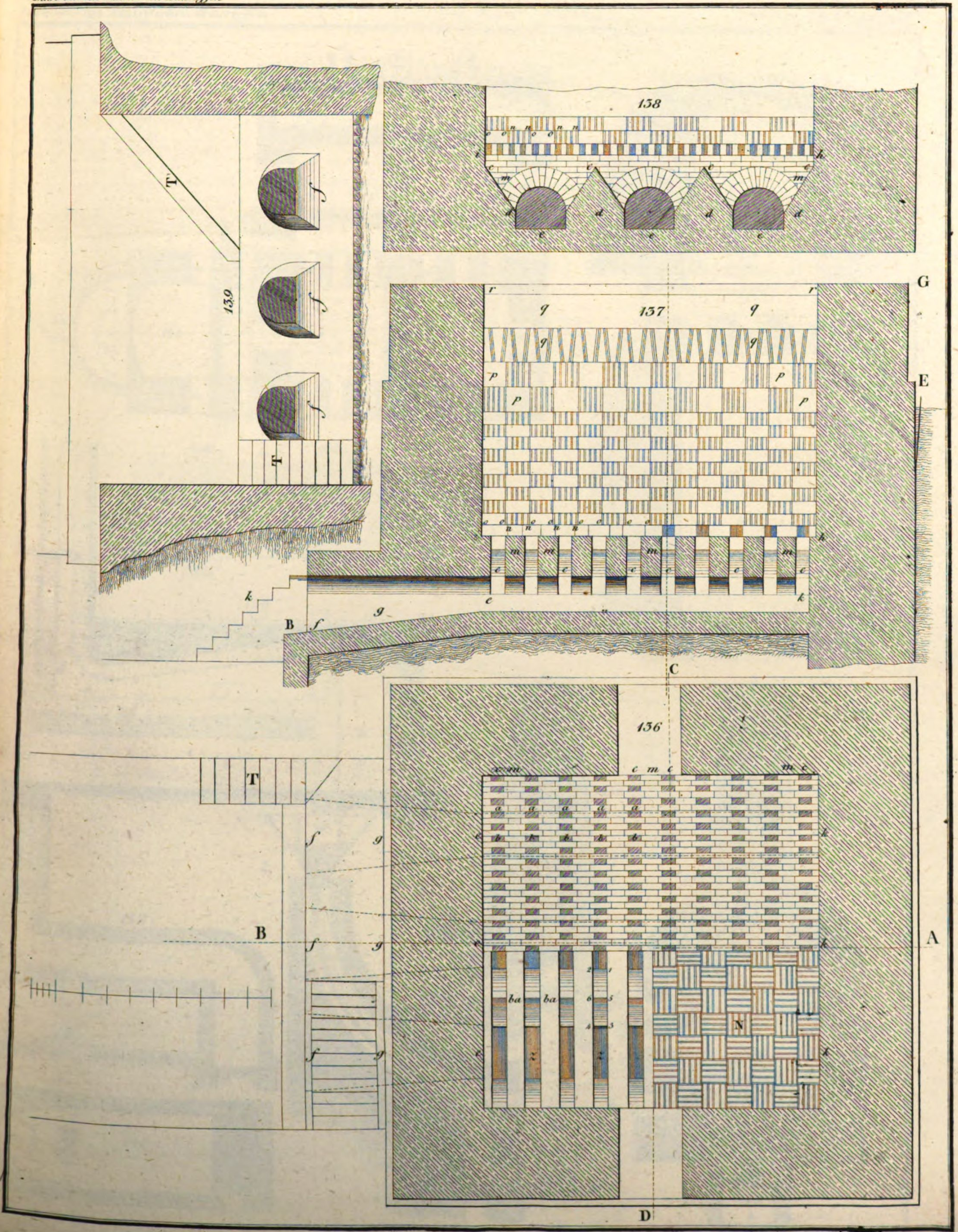
H. Willmaar sc.

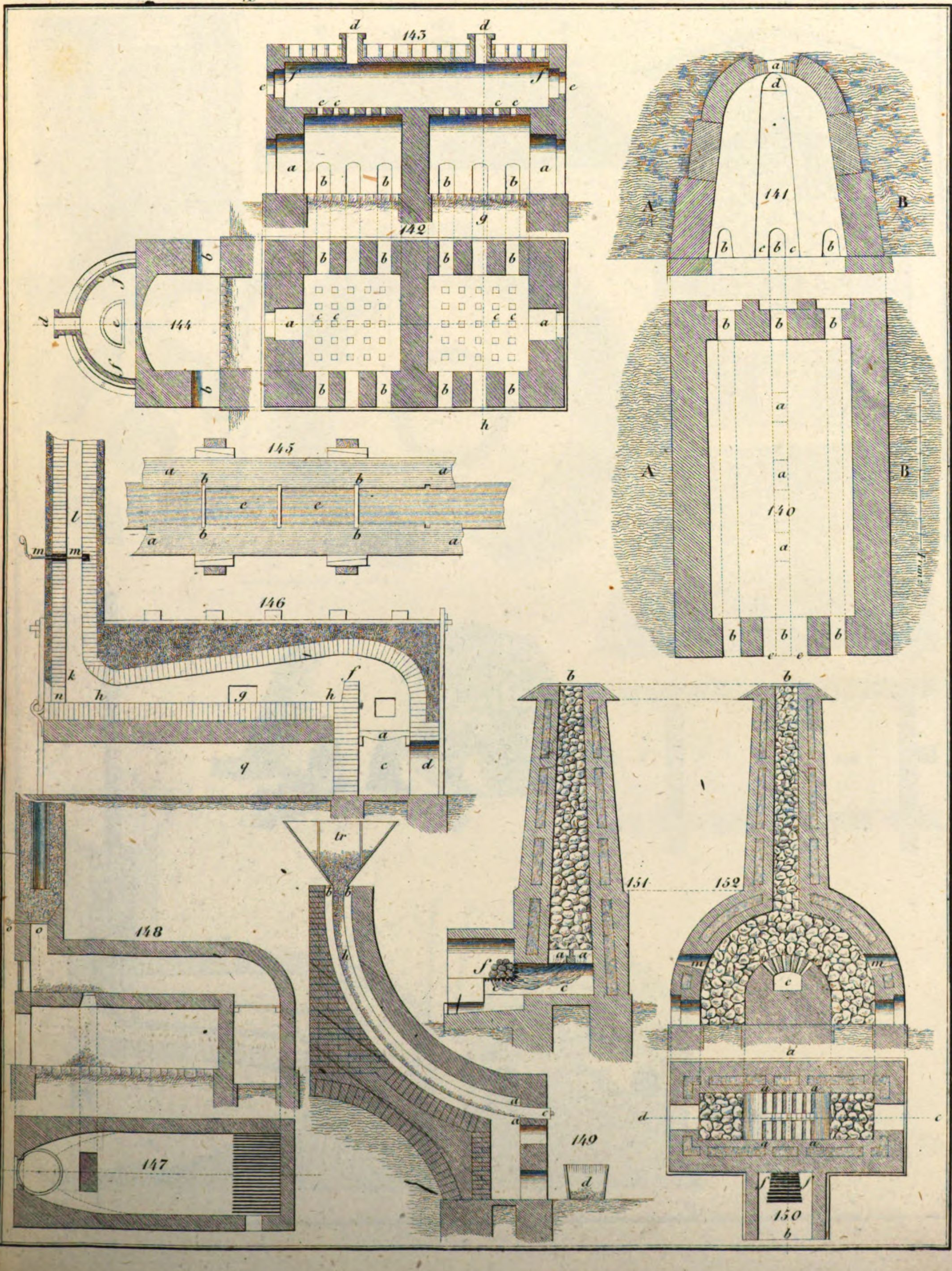

84
g
85½ b
85½ a
a
c
b b b
86
87
a a
88
A
a a
B
b
c
f
89
90
91
92
93
94
95
d
e
h

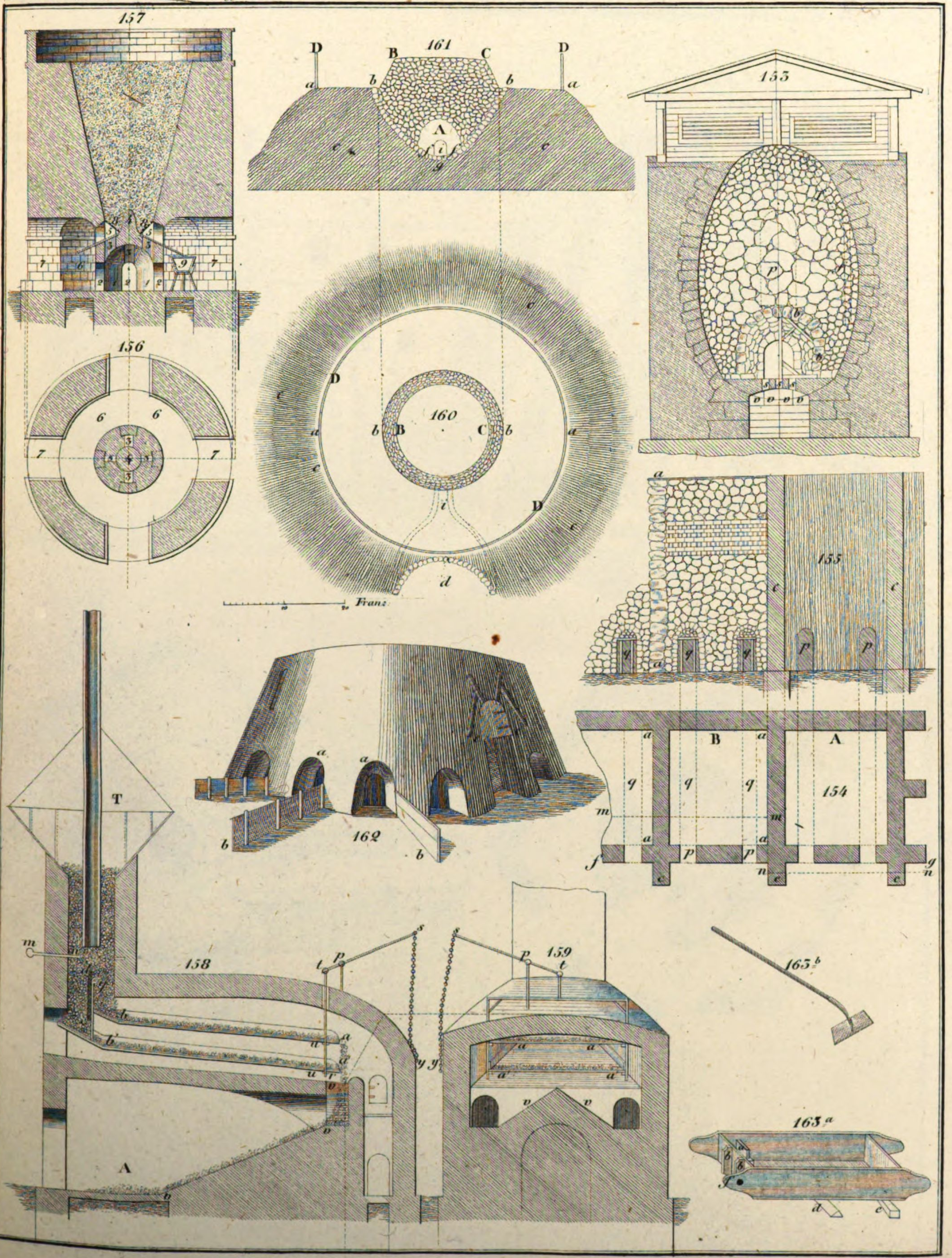

96
97
98
99
100
A
B
A
B


103
105
104
A
B
C
102
101
107
106
108
109
110
D
E
C
S
113
112
114
111

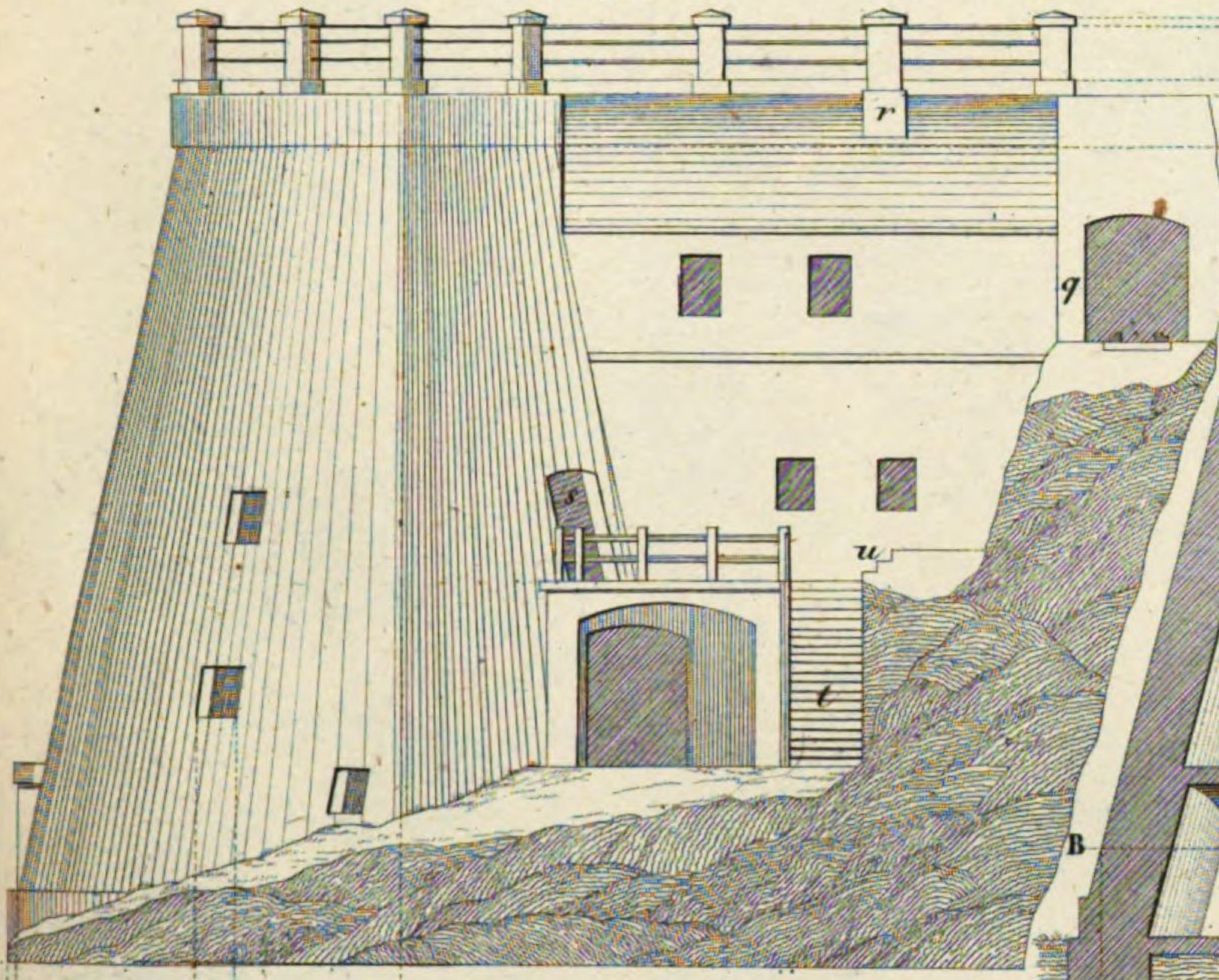

121
9te Schicht
122
10te 12te Schicht
123
11te Schicht
124
13te Schicht
125
14te Schicht
115
116
117
1te, 3te, 5te Schicht
118
2te, 4te, 6te Schicht
119
7te Schicht
120
8te Schicht
126
127
128
129
130
131
Rundstab
Hohlkehle
Carnies
132
133
134
Brunnensteine
Schuppensteine
135


138
137
136
139
G
E
A
B
C
D
T
N

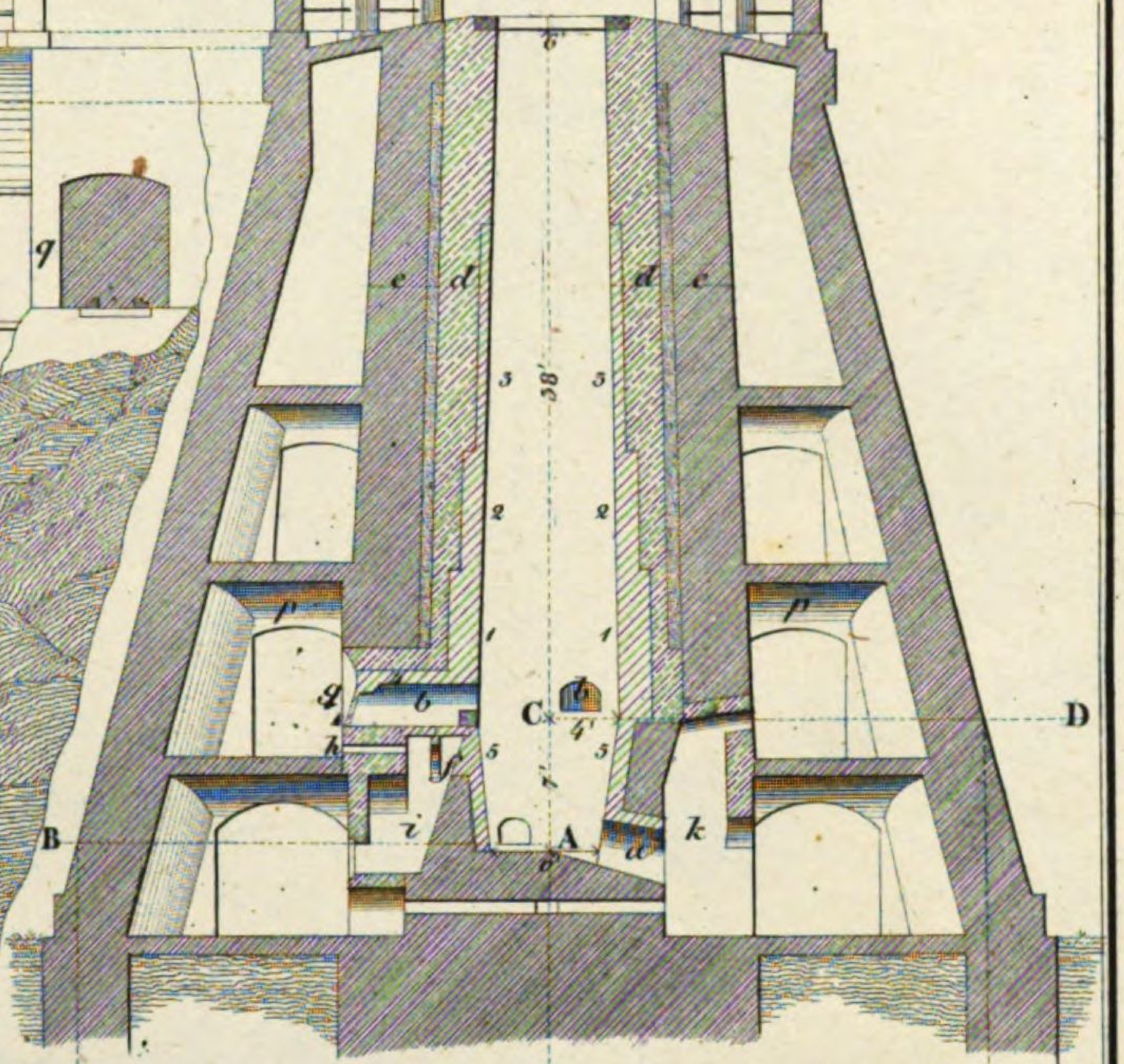

140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
A
B


157
161
153
156
160
155
Franz
162
154
158
159
163 b
163 a

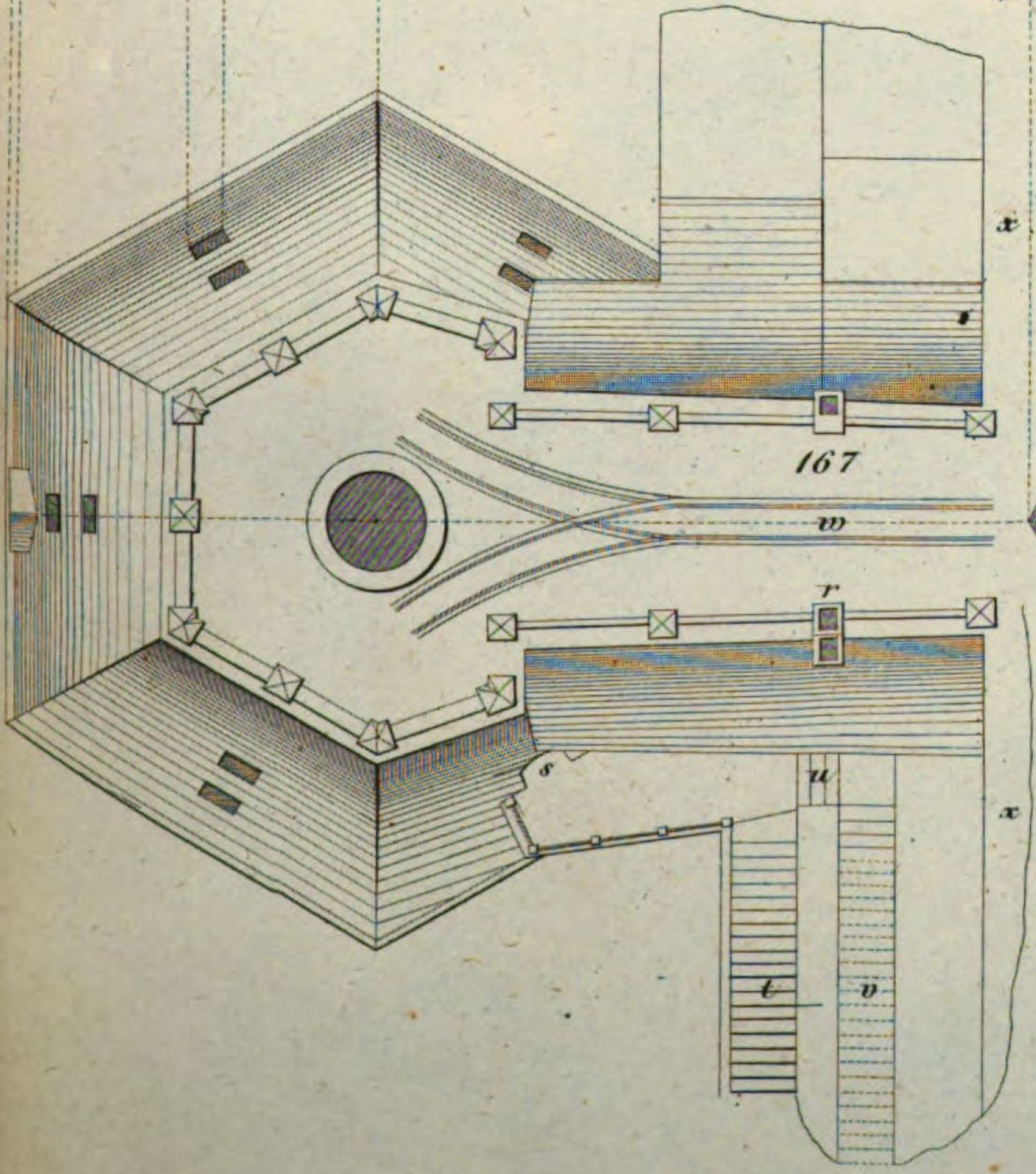
166



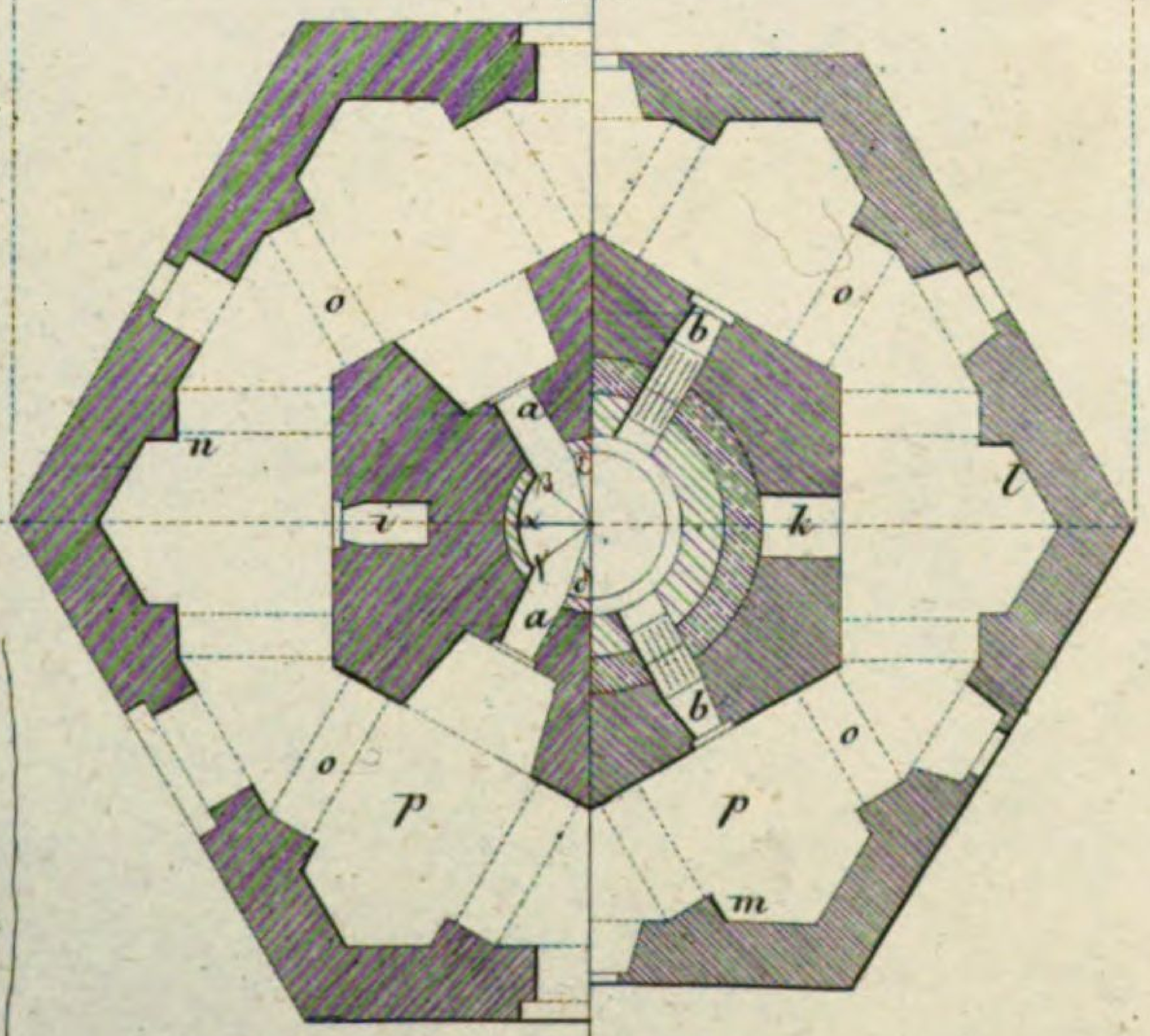
165



167



164



BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wolfram, Ludwig Friedrich,

Vollständiges Lehrbuch der gesammten Baukunst

Bd.: 1,2

Stuttgart 1833

4 A.civ. 94 b-1,1/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10048594-9